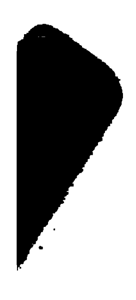
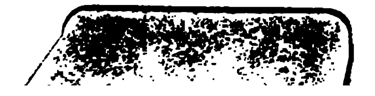



530.5







[redacted]

ANNALEN

DER

PHYSIK UND CHEMIE.

BAND XXXXVII.

[redacted]

ANNALEN
DER
PHYSIK
UND
CHEMIE.

ZWEITE REIHE.

HERAUSGEGEBEN ZU BERLIN

VON

J. C. POGGENDORFF.

SIEBENZEHNTER BAND.

NEBST DREI KUPFERTAFELN.

LEIPZIG, 1839.
VERLAG VON JOHANN AMBROSIUS BARTH.

[redacted]

ANNALEN

DER

PHYSIK

UND

CHEMIE.

HERAUSGEGEBEN ZU BERLIN

VON

J. C. POGGENDORFF.

SIEBEN UND VIERZIGSTER BAND.

DER GANZEN FOLGE HUNDERT DREI UND ZWANZIGSTER.

NEBST DREI KUPFERTAFELN.

LEIPZIG, 1839.

VERLAG VON JOHANN AMBROSIUS BARTH.

111491

Inhalt

des Bandes XXXXVII der Annalen der Physik und Chemie.

Erstes Stück.

Zweites Stück.

Drittes Stück.

Viertes Stück.

Nachweis zu den Kupfertafeln.

Taf. I. Faraday, Fig. 1, S. 41; Fig. 2, S. 533; Fig. 3, S. 539; Fig. 4, S. 542; Fig. 5, 6, 7, S. 549; Fig. 8, S. 558; Fig. 9, S. 559; Fig. 10, 11, 12, S. 560; Fig. 13, S. 280; Fig. 14, S. 545. Die übrigen Figuren gehören zur 13ten Reihe, die im nächsten Bande erscheinen wird.

Taf. II. Riefs, Fig. 1, S. 61. — Vorsselman de Heer, Fig. 2, S. 85; Fig. 3, S. 86; Fig. 4, S. 93. — Lenz und Jacobi, Fig. 5, S. 249; Fig. 6, S. 251. — Henrici, Fig. 7, S. 432; Fig 8, 9, 10 gehören zu einem im nächsten Bande erscheinenden Aufsatz von Kopp.

Taf. III. Knochenhauer, Fig. 1, S. 449. — G. Rose, Fig. 2, S. 476. — Bessel, Fig. 3, S. 526. — Wheatstone, Fig. 4, S. 627. — Lenz, Fig. 5, S. 586. — Fox, Fig. 6, S. 604.

Berichtigungen.

Band XXXXVI.

Zum Aufsatz von C. L. Gerling:

S. 244 Z. 11 und 12 v. u. statt: ich, meiner Methode wegen, zu harte Sclerotica nicht u. s. w., lies: ich meine Methode, wegen zu harter Sclerotica, nicht u. s. w.

S. 245 Z. 14 v. u. statt: hebe lies: habe
- 10 - - - von - vor
- 4 - - - uns - nur

Band XXXXVII.

Zum Aufsatz von Vorsselman de Heer:

S. 88 Z. 6 nach: Die Richtung wird sich nicht verändern, *statt:* so lange man die Pole des Elektromotors nicht verwechselt, *lies:* wenn man die Pole des Elektromotors verwechselt

S. 88 Z. 18 nach: deren Richtung sich wiederum nicht verändert, *statt:* als bis die Enden u. s. w. *lies:* wenn die Enden u. s. w.

Zum Aufsatz von Poggendorff:

S. 125 Z. 2 statt: Zellen, lies: Zelle

Zum Aufsatz von Splittgerber:

S. 167 Z. 16 v. u. vor *Licht* einzuschalten: rothe
— 168 - 11 - - statt: polirt, l. folirt

Zum Aufsatz von Berzelius:

S. 294 Z. 2 statt: Wasserstoff, lies: Wasser

---

lgende Abhandlung hat den Zweck, theils einige interessante Thatsachen mitzutheilen, theils an Beispielen den bisher nicht berücksichtigten Zuhang zwischen verschiedenen Umständen zu zeie bei elektro-chemischen Versuchen Anwendung .

hrere der hieher gehörigen Versuche werden aleine andere Deutung, als ich ihnen gegeben, von erfahren, welche das auf Rechnung von Gegenigen oder von Elektricitäts-Erregung durch Bevon Flüssigkeiten unter einander oder mit festen i zu schreiben geneigt sind, was ich auf Rechiaterieller Veränderungen der Metalle durch die ieiten, wenn nicht allein, doch grofsentheils :. Da die vorliegende Abhandlung nicht bestimmt :r das Für oder Wider dieser Ansichten zu ent-i, so überlasse ich Jedem gern, den Ausdruck der hen, den ich nach meiner Ansicht gestellt habe, Sprache seiner eigenen Ansicht zu übersetzen. igs dürfte man Mehreres darunter vorfinden, was

suchen stets die beiden längeren Exemplare, die ich in meiner letzten Abhandlung (diese Annalen, Bd. XXXXV S. 232) beschrieben habe, und zu allen messenden Versuchen namentlich der längste, mit *L* bezeichnete, ausgenommen zu den, unter No. 3 beschriebenen, zu welchen der Multiplicator *K* diente. Diese Anwendung langer Multiplicatoren hat unstreitig nicht nur die Deutlichkeit der Wirkungen befördert, sondern es auch möglich gemacht, bei einer Schicht Flüssigkeit, die nie über einige Linien Höhe (bei einem Abstande der Platten von ungefähr 1 Zoll) betrug, Resultate zu erhalten, die mindestens sehr wenig von Veränderungen des Uebergangs-Widerstandes afficirt seyn können.

Wo ich bei Maafsen, die mittelst der Oscillations-Methode (bei senkrechter Lage der Doppelnadel gegen die Windungen) genommen sind, nicht gleich die berechneten Kräfte selbst mittheile, kann man dieselben mit Hülfe des Datums berechnen, dafs die Doppelnadel unter dem blofsen Einflufs der Erde 92 Zeittheile (Drittel-Secunden) zu je 2 Oscillationen, deren Zeit im Folgenden immer angegeben ist, brauchte.

In Betreff der im Folgenden vorkommenden Versuche mit ungleichzeitigem Eintauchen homogener Metalle bemerke ich, dafs ohne Ausnahme nach geschehener Anstellung eines Versuchs derselbe mit neugereinigten und verwechselten Platten wiederholt wurde, um jeden Einflufs eines ursprünglichen Mangels an Homogenität auszuschliefsen.

Unter starker Silberlösung verstehe ich im Folgenden in allen Fällen, wo nichts Anderes bemerkt ist (und diefs ist nur unter No. 2 der Fall), eine solche, welche 1 Gewichtstheil des Salzes auf 12 Gewichtstheile Wasser enthält. Diese Lösung ist auch den Verdünnungen als Einheit zu Grunde gelegt. Sie reagirte etwas säuerlich.

1) Eine bemerkenswerthe Mannichfaltigkeit von Formen, unter welchen sich das Silber niederschlagen kann,

bietet die Fällung desselben durch Zinn dar. Man giefse in ein Uhrglas etwas starke Silberlösung und lege ein Stückchen blankes Zinn hinein, am besten den cylinderförmigen Abschnitt eines Zinndrahts auf eine seiner Basen. So wie man es hineinlegt, schwärzt es sich, umgiebt sich dann sofort mit einem grauen Bart, sehr bald aber — und diefs ist der frappanteste Theil des Phänomens — fangen von dem grauen Barte an, an der Oberfläche der Flüssigkeit, zarte weifse Theilchen radienartig mit einer sehr bemerkenswerthen Abstofsungsbewegung in die Flüssigkeit hineinzustrahlen, so dafs das Ganze das Ansehen einer kleinen weifsen Sonne erhält. Dem Anschein nach stellt sich die weifse Substanz als Zinnoxyd dar; da sie sich indefs am Lichte dunkler färbt, so müfste sie in diesem Fall wenigstens eine Silberverbindung beigemengt enthalten. Nicht minder merkwürdig als die Erzeugung dieser Substanz ist der Umstand, dafs sie stets blofs eine gewisse Periode hindurch sich bildet. Allmälig hört die Bildung ganz auf, die äufseren Theilchen werden durch den Einflufs des Lichts dunkelviolet und unscheinbar, und es bleibt blofs noch eine Zeit lang ein weifser Ring um den grauen Bart sichtbar, der sich von jetzt an in metallglänzenden Nadeln oder Blättern fortsetzt, die unter dem weifsen Ringe hervorwachsen und allmälig die ganze Flüssigkeit auskrystallisiren. In einem Falle sah ich statt dieser glänzenden Nadeln ganz schwarze Dendriten das Uhrglas überziehen, habe aber in einem Gefäfse dieser Art dieselbe Erscheinung nicht wieder hervorzubringen vermocht. Dagegen erhält man einen schwarzen Niederschlag, jedoch mehr in Gestalt einer amorphen Masse, mit Sicherheit, wenn man in ein Glasgefäfs mit flachem, aber in der Mitte sich ein wenig aufwärts wölbendem Boden sehr wenig Silberlösung giefst, so dafs sie die mittlere Wölbung kaum oder gar nicht überdeckt, und eine Zinnplatte am Rande des Gefäfses hineinstellt. Nachdem der graue Bart und die weifsen Strah-

len wie vorhin entstanden sind, quillt unter der weifsen Materie die schwarze hervor, öfters einen Bart von grauen Dendriten vor sich herschiebend. Manchmal ist die schwarze Farbe dieses Niederschlags ausnehmend tief und dann durch den Gegensatz zur weifsen Materie sehr bemerkenswerth. Besonders glaube ich diefs dann gefunden zu haben, wenn unter den angegebenen Umständen das Zinn mit Zink (in einem Abstand von 1 bis 1½ Zoll davon stehend) zur Kette geschlossen war; doch kann ich nicht versichern, dafs diefs gerade wesentlich ist. Auch beim Zink quillt nach einiger Zeit in der sehr seicht stehenden Auflösung unter dem grauen Barte eine schwarze Materie hervor, welche schnell vorschreitet; aber nie zeigt sich dieselbe weifse Materie, als am Zinn, wo sie bei allen Formen des Versuchs constant ist.

2) Die Schliefsung des Zinks mit Zinn in starker Silberlösung (sowohl bei 1 Th. Salz in 8 Th., als in 12 Th. Wasser) ist noch von besonderen merkwürdigen Umständen begleitet. Bei oft wiederholten Versuchen habe ich nämlich Folgendes constant wahrgenommen. (Das Zink war destillirtes, das Zinn gutes englisches. Beide Platten standen in 1 bis 1½ Zoll Abstand. Die Flüssigkeitsschicht hatte, wie immer, nur einige Lin. Höhe.) Wenn die Kette durch das Eintauchen der an den Enden des Multiplicators befestigten Platten geschlossen wird [1]), so macht im Moment des Eintauchens die Nadel des Multiplicators einen einzigen kurzen Ruck auf die Seite, welche eine Positivität des Zinks anzeigt, geht dann für einige Secunden auf die entgegengesetzte Seite hinüber, kehrt dann wieder auf die erste Seite zurück, verweilt hier längere oder kürzere Zeit (bei verschiedenen Versuchen wechselnd zwischen 2 und 10 Min.), kehrt dann abermals auf die entgegengesetzte Seite um, und

1) Diefs ist ganz wesentlich, weil, wenn man die Platten zuvor eintaucht, und dann schliefst, ein Theil der Veränderungen schon vorübergegangen ist, auf denen die folgende Erscheinung beruht.

geht endlich 10 bis 15 Min. später (einigemale selbst noch später) nochmals auf die erste Seite zurück, welche der Positivität des Zinks entspricht, und von wo an ich dann weiter keine Umkehr beobachtet habe. Im Ganzen also finden hier 5 verschiedene Phasen abwechselnd entgegengesetzter Beschaffenheit statt. Die 3 ersten Phasen traten jedesmal auf die hier beschriebene Weise ein; statt der 4ten aber habe ich einigemale nur eine beträchtliche Schwächung der Kraft, als wollte sich die Nadel umkehren, beobachtet, wonach die Kraft wieder wuchs.

Die letzte Umkehr scheint mit einer Erschöpfung der Flüssigkeit an Silber zusammenzuhängen, was ich inzwischen nicht genau untersucht habe.

Wendet man eine mehr verdünnte Auflösung an, so dauert die erste Phase, die bei der unverdünnten Flüssigkeit blofs momentan ist, länger, und auch die späteren Phasen erleiden Abänderung. Bei Verdünnung der Auflösung (in diesem Falle 1 Th. Salz auf 8 Th. Wasser) mit dem 3fachen Volume Wasser dauerte die erste positive Phase des Zinks einige Secunden, die zweite negative $1\frac{1}{2}$ Min., in der dritten Phase ward die Nadel sehr unruhig, indem sie bald gröfsere, bald kleinere Oscillationen machte, so aber, dafs doch das Zink anfangs als positiv erschien, endlich ward die Ablenkung eine Zeit lang ganz unbestimmt, indem die Nadel in grofsen Bogen bald auf die eine, bald die andere Seite hinüberging, bald sich im Kreise drehte; endlich aber fixirte sie sich wieder auf der Seite, welche der Positivität des Zinks entsprach, mit wachsender Kraft.

Bei Verdünnung der Auflösung mit dem 6fachen Vol. Wasser dauerte die erste positive Phase des Zinks 2 Min. lang, dann ging die Nadel unbestimmt bald auf diese, bald auf jene Seite in grofsen Oscillationen, drehte sich mitunter ganz im Kreise, fixirte sich aber, ungefähr 8 Min. nach der Schliefsung, auf der Seite, welche der Positivität des Zinns entsprach, mit erst zu- dann abnehmender

Kraft. Um 14 Min. nach dem Schlusse fing die Nadel wieder an sich mehrmals im Kreise zu drehen, schwankte dann eine Zeit lang hinüber und herüber, und ging um ungefähr 17 Min. nach der Schliefsung bleibend auf die Seite über, welche der Positivität des Zinks entsprach, mit zunehmender Kraft.

Bei Verdünnung mit dem 20fachen Volume Wasser blieb das Zink bleibend positiv, mindestens ward 15 Min. nach der Schliefsung noch dieselbe Kraft als kurz nach der Schliefsung gefunden.

Durch ähnliche Versuche, als ich bei einigen folgenden Phänomenen anführen werde, würde sich unstreitig einiger Aufschlufs über den Hergang bei dem hier angeführten Wechsel in Richtung der Stromkraft haben erhalten lassen. Indefs ist wahrscheinlich das Phänomen ein sehr complicirtes, und es schien mir unpassend, mit Untersuchung der complicirtesten Phänomene den Anfang zu machen, da sich minder complicirte Fälle derselben Klasse genug darbieten. Ich habe daher die Erscheinung nicht weiter verfolgt.

Eine bestimmte Coincidenz der Wechsel in der Richtung der Stromkraft mit dem Wechsel der Niederschläge habe ich nicht darzuthun vermocht; doch ist es schwer, sicher darüber zu urtheilen. Dafs jedenfalls die erfolgenden Niederschläge nicht gleichgültig sind, geht daraus hervor, dafs Verrückungen der Platten auf solche Art, dafs ihr Verhältnifs zu den Niederschlägen gestört wird, leicht neue Umkehrungen hervorbringen.

Aufser der Zinn-Zink-Kette bieten auch gar manche andere Ketten in der salpetersauren Silberauflösung noch Merkwürdigkeiten dar. Eine Kette aus Zinn und Blei z. B. verhielt sich im Moment des Eintauchens als $\overset{+}{\text{Zinn}}$, $\overset{-}{\text{Blei}}$; die Kraft stieg, nahm dann wieder ab; 13 Min. nach der Schliefsung trat Umkehr ein ($\overset{-}{\text{Zinn}}$, $\overset{+}{\text{Blei}}$), wel-

cher bald darauf eine Rück-Umkehrung ($\overset{+}{\text{Zinn}}$, $\overset{-}{\text{Blei}}$) folgte. Dieser Versuch ist blofs einmal, mit einer Auflösung, welche wie gewöhnlich $\frac{1}{16}$ des Salzes enthielt, angestellt worden. In gleicher Auflösung zeigte sich Platin sowohl gegen Silber als Gold positiv; wurde aber eine hinreichend verdünnte Auflösung angewandt, so erfolgte eine allmälige Umkehr aus resp. $\overset{+}{\text{Silber}}$, $\overset{-}{\text{Platin}}$, $\overset{+}{\text{Gold}}$, $\overset{-}{\text{Platin}}$, in den Gegensatz.

Abwechselnde Verstärkungen und Schwächungen der Stromkraft habe ich auch noch bei verschiedenen anderen Metallen in salpetersaurer Silberauflösung beobachtet [1]); jedoch etwas genauer nur bei einer Kette von Kupfer und Eisen verfolgt, wo noch andere merkwürdige Eigenthümlichkeiten sich damit verbinden. Hievon handelt der folgende Paragraph.

3) Wenn man Eisen mit Kupfer in starker Lösung schliefst, so verhält sich, wie bekannt, das Eisen sofort negativ gegen das Kupfer und passiv. Schliefst man beide Platten in 1 Zoll Abstand von einander, damit der Niederschlag vom Kupfer nicht zu schnell an das Eisen heranwächst, so findet man, dafs die Kraft vom Anfange der (mit dem Eintauchen zugleich bewerkstelligten) Schliefsung erst fällt, dann wieder steigt, ein Wechsel, der sich noch mehrmals wiederholen kann, während dessen der Silberniederschlag vom Kupfer zum Eisen fortkriecht. Dieses selbst bleibt blank, und blofs ganz allmälig sieht man an dem auf dem Boden aufstehenden Rande der Platte einzelne Silberflöckchen sich ansetzen. So wie das Eisen vom Silberniederschlage erreicht ist und es dadurch mit dem Kupfer verbunden wird, fängt die Kraft, die vorher stark gestiegen war, an, stark und dauernd

1) Auch in anderen chemisch differenten Flüssigkeiten sind sie nichts gar zu Seltenes, z. B. bei verschiedenen Ketten in rauchender Schwefelsäure, welche Flüssigkeit überhaupt reich an elektro-chemischen Merkwürdigkeiten ist.

zu fallen (unstreitig, weil jetzt ein Theil der Strömung seinen Weg durch das Silber nimmt). Der Niederschlag wächst nun bis hinter das (etwas vom Rande des kreisrunden Gefäfses abstehende) Eisen fort, und nach längerer oder kürzerer Zeit fängt auf einmal das Eisen an, sich, von einer Stelle aus fortschreitend, zu überkupfern, und während dieses Vorgangs kehrt sich die Nadel um, worauf die Kraft sofort eine bemerkenswerthe Stärke in entgegengesetzter Richtung von vorhin erlangt, eine Kraft, die zuweilen beträchtlich gröfser ist, als diejenige, welche sie bei der ersten Schliefsung hatte (ungeachtet der noch fortbestehenden Verbindung zwischen Eisen und Kupfer durch gefälltes Silber), die aber von da fortschreitend abnimmt, während der Kupfer-Niederschlag am Eisen wächst. Diesen Gang der Erscheinung habe ich in wiederholten Versuchen beobachtet, und in einigen messend mittelst der Methode der Oscillationen verfolgt, indem ich die Kraft von 5 zu 5 Min. beobachtete. Bei dem einen dieser Versuche war die zu Anfange der Schliefsung (0 Min.) beobachtete Kraft, mittelst der ersten 6 in merklichem Isochronismus vor sich gehenden Schwingungen gemessen, 18,041. Sie sank von da, und bei 10 Min. ward ein Minimum 5,4051 gefunden [1]); von da stieg sie, bis bei 25 Min. ein Maximum 12,124 gefunden wurde; dann sank sie wieder, bis bei 55 Min. ein Minimum 8,000 gefunden wurde, welches noch bei 65 Min. genau fortbestand, von wo an die Kraft wieder stieg, bis bei 110 Min. fast das Doppelte der vorigen Kraft, nämlich 15,688, erreicht war, die auch bei 120 Min. noch fortbestand; darauf sank die Kraft abermals, bis bei 135 Min. ein Minimum 11,641 eintrat; stieg dann abermals

1) Während der Periode des ersten Sinkens pflegt der, die Kupferplatte anfangs wie ein Pelz überziehende, Silberniederschlag sich durch seine Schwere davon abzulösen, und diefs mit einem besonderen, vom übrigen Gange der Kraft unabhängigen, Abfall derselben, der indefs meist nicht bedeutend ist, verbunden zu seyn.

und hatte bei 148 Min. die Gröfse 17,025 erreicht. Kurz darauf trat Berührung des Silberniederschlags mit dem Eisen ein, die Kraft sank schnell, und ungefähr um 150 Min. kehrte sich die Nadel unter Ueberkupferung des Eisens um [1]).

Als kurz (doch nicht unmittelbar) darauf die Kraft wieder gemessen wurde, fand sie sich 31,093, sank aber von da continuirlich, und hatte unstreitig schon bei der Messung nicht mehr ganz die gleich nach der Umkehr stattfindende Gröfse.

Hier folgen die Resultate eines anderen Versuchs, der unter ziemlich ähnlichen Umständen angestellt worden ist. Ich setze von den, ebenfalls von 5 zu 5 Min. gemachten Beobachtungen blofs die Maxima und Minima her.

0	Minuten	18,041
20	-	8,288
30	-	12,633
35	-	11,187
40	-	11,187
65	-	12,633
125	-	16,422
130	-	16,422.

Zwischen 130 und 135 Min. erreichte der Silberniederschlag die Eisenplatte.

135	Minuten	9,590
140	-	3,000
143½	-	Umkehr der Nadel unter Ueberkupferung.
145	-	14,353
190	-	5,059.

Als jetzt die Kupferplatte in der Flüssigkeit bewegt wurde, sank die Kraft fast unmerklich; als dann die Ei-

1) Diese nahe Coincidenz der Umkehr mit der Verbindung beider Platten durch Silber ist hier nur zufällig; ersterer Umstand kann viel später als letzterer eintreten.

senplatte bewegt wurde, stieg sie sofort auf die Kraft 18,041, die beim ersten Anfang des Versuchs beobachtet wurde, und von da an noch höher, so daſs nach einiger Zeit 35,000 beobachtet wurde.

Stellt man die Platten einander sehr nahe, etwa 1 Linie weit, in die Mitte eines Gefäſses, so erfolgt (wenigstens nach einem Versuche) ein continuirliches Sinken der Kraft von Anfange an. Wenn der Silberniederschlag die Eisenplatte erreicht hat, so fällt, wie vorhin, die Kraft noch schnell um ein Bedeutendes, und das Sinken schreitet dann langsam weiter fort, indem das Silber immer weiter hinter das Eisen fortkriecht, aber erst lange Zeit nachher erfolgt die Umkehr der Kraft unter Ueberkupferung des Eisens.

Stellt man umgekehrt die Platten weiter von einander ($1\frac{1}{2}$ Zoll), so erfolgt Umkehrung mit Ueberkupferung noch bevor der Silberniederschlag das Eisen erreicht hat, und auch hier springt die Kraft plötzlich auf einen sehr hohen Werth über. Um daher den Gang des Phänomens rein zu beobachten, wird ein weiter Abstand der Platten vorzuziehen seyn.

Es hat allen Anschein, daſs die Umkehrung mit einer nahen Erschöpfung der Flüssigkeit an Silber zusammenhängt, wo dann das salpetersaure Kupfer eine Veränderung anderer Art hervorbringt, als das salpetersaure Silber. In der That sah ich bei letzterem Versuche nach der Umkehr das Silber nur noch sehr spärlich fortwachsen, und als ich nicht lange Zeit nachher den Versuch schloſs, ward in derselben Flüssigkeit Eisen sofort positiv gegen Kupfer, und Kochsalzlösung zeigte keinen Silbergehalt mehr an.

4) Der Erfolg des folgenden Versuchs lieſs sich nach der Analogie der salpetersauren Silberauflösung mit der Salpetersäure hinsichtlich ihrer Wirkung auf Eisen voraussehen; indessen theile ich ihn hier mit, zur Anknüpfung weiterhin folgender Versuche.

Schliefst man Eisen mit Kupfer mittelst des Multiplicators in starker oder auch *mäfsig* verdünnter Lösung, so erscheint, wie auch schon im vorigen Paragraphen bemerkt, das Kupfer *sofort* positiv gegen das Eisen, und dieses bewirkt unter diesen Umständen keine Fällung des Silbers, wohl aber das Kupfer. Das Eisen bleibt auch dann noch negativ und passiv, wenn man allmälig so viel destillirtes Wasser zufügt, dafs frisches Eisen, mit frischem Kupfer darin geschlossen, positiv und activ wird, oder wenn man die Combination (ohne sie vorher abgewischt zu haben, wodurch die superficielle Veränderung leicht mit entfernt werden könnte) in eine gleich so verdünnte salpetersaure Silberauflösung (oder in destillirtes Wasser) übersetzt, dafs frisches Eisen mit frischem Kupfer darin positiv und activ wird [1]). Doch verdient Bemerkung, dafs nach kürzerer oder längerer Zeit durch die fortgesetzte Einwirkung der neuen Flüssigkeit die stattgehabte Veränderung allerdings aufgehoben wird, so dafs zuletzt das Eisen in die der Beschaffenheit der Flüssigkeit entsprechende Positivität und Activität übergeht.

5) Sehr unerwartet war mir folgende Umkehrung

1) Sollen diese Versuche gelingen und für eine wirklich stattgefundene Veränderung der Metalle beweisen, so sind folgende Rücksichten dabei zu nehmen: Die Metallplatten müssen wirklich so weit mit der starken Lösung genetzt werden, als sie beim nachherigen Zufügen von Wasser oder Versetzen in schwächere Flüssigkeit genetzt werden, damit nicht ein gewisser Antheil unveränderter Oberfläche dann in Wirkung komme. Beim Versetzen in Wasser oder schwächere Lösung kann man den Einwand machen, dafs die mit den Platten übergeführte Schicht concentrirter Flüssigkeit selbst eine Verstärkung der schwachen Flüssigkeit der Art hervorbringe, dafs die fortdauernde Negativität des Eisens dadurch bedingt werde. Inzwischen läfst sich dieser Einwurf dadurch heben, dafs man die zweite Flüssigkeit in hinreichender Menge nimmt, die hineingesetzten Platten anfangs darin sanft hin- und herbewegt, und sich überzeugt, dafs auch noch nach dem Versuche frisches Eisen mit frischem Kupfer darin sofort positiv und activ wird.

des vorigen Versuchs, von deren wirklichem Stattfinden ich mich inzwischen durch die vielfältigste Wiederholung überzeugt habe: Wenn Eisen mit Kupfer in salpetersaurer Silberauflösung von solcher Verdünnung (oder auch bloſsem Wasser) geschlossen wird, daſs das Eisen gegen das Kupfer sofort positiv und activ wird, so bleibt es positiv und activ, auch wenn noch allmälig so viel salpetersaure Silberlösung zugefügt wird, daſs frisches Eisen mit frischem Kupfer negativ und passiv darin wird.

6) Durch frühere Versuche [1]), die ich seitdem noch sehr erweitert habe, habe ich mich überzeugt, daſs im Allgemeinen in den Fällen, wo zwei Metalle in einer Flüssigkeit das, dem normalen entgegengesetzte, elektromotorische Verhältniſs zeigen, sich ein Verdünnungsgrad der Flüssigkeit der Art finden läſst, daſs die Combination bei Schlieſsung darin erst das normale Verhältniſs zeigt, was sich aber allmälig (oder nach Umständen nur nach einem kurzen Ruck der Nadel auf die normale Seite) in das entgegengesetzte umkehrt, indem unstreitig die, in concentrirter Flüssigkeit plötzlich erfolgende, Veränderung der Metalle, wovon die Umkehrung abhängt, hier nur allmälig erfolgt. Kupfer mit Eisen in salpetersaurer Silberauflösung macht eine bemerkenswerthe Ausnahme hiervon. Wie vielfach ich auch die Verdünnung abänderte, bei keinem Verhältnisse derselben habe ich eine solche Umkehrung aus dem normalen Verhalten in das entgegengesetzte beobachten können; dagegen gab es ausgedehnte Verdünnungsgränzen, wo die Umkehrung in verkehrter Richtung erfolgte, indem das Eisen erst passiv und negativ gegen Kupfer war, dann, unter immer sichtbarer werdender Schwärzung durch Fällung von Silber, in positiv überging.

1) Dieselben sind in Schweigg. J. LIII. 61. 129. enthalten. Die sich dort vorfindende Angabe, daſs auch Kupfer mit Eisen in verdünnter Silberlösung das normale Umkehrungsphänomen zeige, weiſs ich nur durch eine zufällige Verwechselung des Ausschlags zu erklären.

Ist die Flüssigkeit so weit verdünnt, dafs das Eisen gleich anfangs positiv gegen Kupfer ist, so bleibt es auch positiv gegen dasselbe, ja die Stromkraft nimmt von der Schliefsung an bis zu gewissen Gränzen zu [1]). Ist andererseits die Flüssigkeit zu concentrirt, so bleibt das Eisen dauernd negativ gegen Kupfer, abgesehen von der, im dritten Paragraphen erörterten, mit Ueberkupferung verbundenen Umkehr, welche (nach gänzlicher Veränderung der Flüssigkeit) erst sehr spät eintritt.

Die Gränzen, innerhalb deren das verkehrte Umkehrungsphänomen (um mich so auszudrücken) erfolgt, sind für verschiedene Sorten Eisen sehr verschieden, ja sie bleiben sich selbst für dasselbe Stück nicht immer gleich, wenn man dasselbe neu abgefeilt hat. Auch die Zeit, innerhalb deren die Umkehrung in einer gegebenen Verdünnung erfolgt, wechselt sehr, ist aber jedenfalls um so kürzer, je näher der Verdünnungsgrad derjenigen Gränze liegt, von wo an Eisen sofort und dauernd positiv gegen Kupfer ist.

Um hier einige Data mitzutheilen, so wurden bei meinen ersten Versuchen zwei Platten von derselben Eisensorte (Schleizer Eisen), welche *a* und *b* heifsen mögen, angewandt, deren erstere sich ein wenig negativer zeigte, als letztere. Bei 12facher Verdünnung zeigte die Platte *a* (mit Kupfer geschlossen) selbst nach 15 Min. noch keine Neigung zur Umkehr; bei *b* erfolgte sie nach 7 Minuten. Bei 16- bis 20facher Verdünnung erfolgte mit beiden Platten Umkehr, in einer Zeit, die bei Wiederholung verschiedentlich von 1 bis 9 Min. wechselte. Bei 40facher Verdünnung erfolgte bei beiden die Um-

1) Ueberhaupt sind auch bei Versuchen mit anderen Flüssigkeiten und anderen Metallen der Fälle, wo die Stromkraft vom Beginn der Schliefsung an zunimmt, kaum weniger, als wo sie abnimmt, wofern man nur durch den Gebrauch langer Multiplicatoren den Einflufs, den die Veränderung des Uebergangswiderstandes hat, ausschliefst, und die Stromkraft vom Moment des Eintauchens der Platten an verfolgt.

kehrung binnen einigen Secunden; bei 60facher Verdünnung erfolgte mit *a* die Umkehrung etwa nach 1 Sec., mit *b* fand bei der Schliefsung ein momentaner Stillstand der Nadel statt, worauf sie sofort auf die, der Positivität des Eisens entsprechende, Seite überging. Bei 80facher und 140facher Verdünnung zeigte sich *a* resp. nach 1 Sec. oder nach einem momentanen Stillstande, *b* sofort positiv. Bei 400facher Verdünnung waren beide sofort positiv gegen Kupfer.

Als ich diese schon vor ungefähr 2 Jahren angestellten Versuche neuerdings mit anderen Eisenplatten wiederholte, fand ich (bei zwei verschiedenen Eisensorten) die obigen Gränzen der Verdünnung für dieselben Phänomene viel weiter hinausgerückt, indem die eine Eisensorte selbst bei 60facher Verdünnung zuweilen noch negativ (und zugleich passiv) blieb, die andere mindestens $\frac{1}{4}$ Minute zur Umkehr erforderte; jedoch bei Wiederholung der Versuche mit denselben neu abgefeilten Platten blieben auch diese Bestimmungen sich nicht gleich.

7) Die nachfolgenden Versuche können, wenn nicht zur Erklärung, doch zur Erläuterung des im vorigen Paragraphen betrachteten Phänomens dienen, indem es dadurch auf ein Spiel von Veränderungen, die ihrer Ursache und materiellen Natur nach freilich selbst unbekannter Beschaffenheit sind, zurückgeführt wird. Das Resultat, was ich voranstelle, ist folgendes:

An dem ganzen Phänomen haben Veränderungen des Eisens den Hauptantheil, obschon das Kupfer nicht ganz frei davon bleibt. In starker Flüssigkeit erfährt, wie schon früher bekannt, das Eisen eine sofortige und bleibende Veränderung, die es *elektro-negativer* macht, und bleibt blank (passiv); in sehr verdünnter Flüssigkeit erfährt es eine sofortige und bleibende Veränderung von *positiver* Natur, und schwärzt sich sofort beim Eintauchen; innerhalb der Verdünnungsgränzen, wo das Umkehrungsphänomen eintritt, erfährt es sofort beim Ein-

tauchen eine Veränderung von *negativer* Natur und ist anfangs blank; bald aber schwärzt es sich, gewöhnlich von einzelnen Stellen aus fortschreitend, und nie erfolgt die Umkehr eher, als wenn die Schwärzung eine gewisse Ausdehnung erlangt hat, womit dann zugleich die negative Veränderung in eine nachweisbar positive übergegangen ist. Das Kupfer verhält sich in starker wie in verdünnter Flüssigkeit wie ein negativ verändertes Metall, aber seine Veränderung kommt nicht in Betracht gegen die des Eisens.

Hier folgen die, in ihrem Detail noch manche interessante Punkte darbietenden, Versuche.

a) Wenn man Eisen, was in starker Flüssigkeit steht, mit dem vorragenden Ende an einem selbst eisernen Condensator anbringt, während die Flüssigkeit durch einen Streifen destillirten Wassers mit dem Erdboden communicirt, so wird der Condensator stark positiv geladen, was nicht anders seyn kann, wenn das in der Flüssigkeit stehende Ende wirklich negativ verändert worden ist. Wenn man dagegen mit Eisen in stark verdünnter Flüssigkeit (worin es sich schwärzt) denselben Versuch anstellt, so wird der Condensator stark positiv geladen. Manchmal findet man, dafs ein Stück Eisen den Condensator positiv ladet, während ein anderes in derselben Flüssigkeit stehendes ihn negativ ladet, und dann findet sich ohne Ausnahme, dafs ersteres sich geschwärzt hat, während letzteres blank geblieben ist; eine Coincidenz der Zustände, die ich durch die vielfachsten Abänderungen mit überraschend constanten und augenfälligen Resultaten verfolgt habe. Wendet man eine Flüssigkeit von solcher Verdünnung an, dafs ein gegebenes Stück Eisen erst nach einiger Zeit sich darin schwärzt und mit Kupfer das Umkehrungsphänomen zeigt, so findet man durchaus constant, dafs, so lange die Schwärzung noch nicht einige Ausdehnung erreicht hat, der Condensator positiv, nachher aber durch dasselbe Stück negativ geladen wird,

Dasselbe Phänomen des successiven Wechsels der Ausschläge kann man auch in einer sehr verdünnten Flüssigkeit, die unter den gewöhnlichen Umständen sofortige Schwärzung und Positivität des Eisens hervorbringt, dadurch erzeugen, dafs man das Eisen erst in die starke Flüssigkeit eintaucht, dann mit der anhängenden Flüssigkeit in die verdünnte Lösung versetzt. Unter solchen Umständen dauert es oft ziemlich lange Zeit, dafs das Eisen blank bleibt, und eben so lange ladet es auch den Condensator positiv; diefs findet auch (eben so in den vorigen Fällen) noch dann statt, wenn die Schwärzung schon *begonnen* hat; aber noch ehe die ganze Platte davon ergriffen ist, tritt schon ein lebhafter entgegengesetzter Ausschlag ein.

Einigemale habe ich, wenn die Schwärzung schon begonnen hatte, jedoch das Eisen den Condensator noch positiv lud, die scheinbar blanken und passiven Stellen der Oberfläche mit einem höchst zarten Flaum der feinsten metallglänzenden Silbernadeln überzogen gefunden, der jedoch nur gut sichtbar bleibt, so lange man das Eisen in seinen Verhältnissen zur Flüssigkeit nicht stört, dagegen beim Herausziehen sich in einen feinen Schlamm verwandelt. Vielleicht sind die Anfänge dieses krystallinischen Niederschlags selbst schon vor begonnener Schwärzung vorhanden. Inzwischen habe ich anderemale nichts von diesem Phänomen wahrnehmen können.

b) Taucht man zu Eisen, was schon eine Zeit lang in salpetersaurer Silberauflösung gestanden hat, frisches Eisen, so verhält sich das erst eingetauchte Metall stets positiv gegen das hinzugetauchte, wenn jenes activ darin ist, negativ hingegen, wenn es passiv darin ist. Innerhalb der Gränzen des Umkehrungsphänomens kann man daher beliebig einen Ausschlag des Multiplicators nach der einen oder anderen Seite erhalten, je nachdem man das zweite Eisen in der ersten oder zweiten Periode hinzutaucht.

c)

c) Schliefst man Kupfer mit Eisen in solcher Verdünnung, dafs das Eisen sich gleich anfangs schwärzt, so erfolgt (wie bei verschiedenen Verdünnungen beobachtet wurde) gleich vom Anfange an ein Steigen der Kraft, was erst spät in ein Sinken übergeht. Z. B. in 384facher Verdünnung wurde folgender Gang der successiven Oscillationen beobachtet: 25; 24,5; 24,5; 24; 23,5; um 5 Min. nach der Schliefsung 21,5; um 1 Stunde 20; um $2\frac{1}{2}$ Stunde 21,5.

d) Taucht man innerhalb der Verdünnungsgränzen des Umkehrungsphänomens das Eisen eine Zeit lang vor dem Kupfer ein, so wird, wenn nach erfolgter Schwärzung das Kupfer zugetaucht wird, das Umkehrungsphänomen nicht erfolgen, sondern das Eisen sich sofort und dauernd positiv gegen das Kupfer zeigen. Taucht man dagegen das Kupfer eine gleich lange Zeit vor dem Eisen, so wird beim nachherigen Hinzutauchen des Eisens das Umkehrungsphänomen wie gewöhnlich eintreten.

e) Das Kupfer theilt, in starker Lösung stehend, einem kupfernen Condensator positive Elektricität mit, was für eine negative Veränderung des in der Flüssigkeit stehenden Theils spricht. Bei Verdünnungen, innerhalb deren das Umkehrungsphänomen erfolgt, erhält man keine deutlichen Resultate mehr am Condensator.

f) Stellt man inzwischen in eine Flüssigkeit von solcher Verdünnung (48fache) eine Kupferplatte, und gleichzeitig eine zweite in ein anderes Gefäfs mit destillirtem Wasser, verbindet man dann die Platten durch den Multiplicator, die Flüssigkeit der Gefäfse aber durch eine, in feine Oeffnungen endigende, gebogene Röhre, welche selbst mit destillirtem Wasser gefüllt ist, so zeigt der Multiplicator die Negativität des in der Silberlösung stehenden Kupfers an.

g) Stellt man Versuche mit ungleichzeitigem Eintauchen homogener Platten an (bei 1 bis 5 Min. Zwischenzeit), so zeigt sich das erst eingetauchte Kupfer positiv

gegen das hinzugetauchte, mag die Flüssigkeit stark o
bis innerhalb der Gränzen des Umkehrungsphänom
verdünnt seyn. Der Ausschlag nach dem hinzutaucl
kehrt sich aber immer sehr bald (noch vor 1 Min.) ı
mag das Zutauchen in der kürzeren oder längeren Z
schenzeit erfolgen.

h) Combinirt man das Resultat der Versuche *e* ı
f mit *g*, so muſs man annehmen, daſs die negative V
änderung des Kupfers gleich beim Eintauchen (wo
sich in der That sofort schwärzt) im Maximum ist, u
später wieder abnimmt [1]). Als einen unterstützenc
Beweis für diese Annahme kann man den Umstand
sehen, daſs, wenn man eine Platinplatte längere Zeit
einer mäſsig (32- bis 48fach) verdünnten Auflösung
stehen lassen und dann Kupfer mit Schlieſsung hin
taucht, der Strom eine vom Anfange an wachsende Kı
zeigt.

i) Mag man das wachsende Metall nach 1 Min. o
nach 5 Min. zutauchen, so erscheint doch innerhalb
Gränzen des Umkehrungsphänomens (32- bis 48fac
Verdünnung) die Positivität des erst eingetauchten M
talls *beträchtlich* gröſser bei Eisen, als bei Kupfer.
z. B. wurden für Eisen bei zwei Versuchen mit verwe
selten Platten die Oscillationzahlen 16 und 15,5 für
Anfangskräfte erhalten, für Kupfer dagegen, unter v
gleichbaren Umständen 74 und 71. Bemerkung ind
verdient, daſs bei diesen Versuchen mit dem Kupfer sch
während der ersten zwei Oscillationen eine Verzögeru

1) Dieser Fall kommt öfters vor; besonders auffallend in Schwefe
berlösung bei Kupfer, Wismuth, Platin und anderen Metallen,
jedoch die Veränderung positiver Natur ist. Es scheinen mir sol
Fälle darauf zu beruhen, daſs in manchen Flüssigkeiten zwei V
änderungen entgegengesetzter Art, vielleicht durch die verschiede
Bestandtheile der Flüssigkeit, erfolgen, von denen die eine sch
auf dem Maximum, und überwiegend ist, die andere langsamer f
schreitend jene mindert, wohl selbst bis zur Umkehr, letzteres z.
bei Zink in Schwefelleberlösung.

sehr sichtbar ist, daher diese Zahlen allerdings nicht zum reinen Maafse der anfänglichen Stromkraft dienen können.

k) Es gelang mir, zwei Eisensorten zu finden, von denen die eine in 24facher Verdünnung sofort sich schwärzte, die andere in derselben Verdünnung dauernd blank blieb. Jene gab bei Schliefsung mit Platin, was schon längere Zeit (10 Minuten) in dieser Verdünnung gestanden hatte, folgende successive Anfangs-Oscillationszahlen: 18, 16, 15; diese aber 57, 60, 63 und acht Min. nach der Schliefsung 72. Also bei dem ersten Eisen nahm die Kraft zu, indem das Eisen positiver wurde, bei dem letzten nahm sie ab, indem die Negativität zunahm; und die Anfangskräfte verhielten sich, wenn man von der, warscheinlich schon während der ersten zwei Oscillationen merklichen, Aenderung absieht, wie 25,1 zu 1,62. Gewifs ein merkwürdiges Resultat. In einer 32fachen Verdünnung zeigte ein sich unmittelbar schwärzendes Eisen, mit dem lange gestandenen Platin geschlossen, folgende Succession der Oscillationszeiten: 21, 19, 17, 16, 16, 15, 15.

Schliefst man Kupfer unmittelbar beim Eintauchen mit Platin, was schon 10 Min. in der Flüssigkeit gestanden hatte, so zeigt sich bei verschiedenen Verdünnungen eine vom Anfange an schwach und langsam steigende Kraft, z. B. in 32facher Verdünnung folgende Oscillationszeiten: 27, 26, 25, 25, 25; auch 5 Min. nachher noch 25. In 24facher Verdünnung: 27, 25, 24,5, 24,5, 24, 24, 24. Sehr weit habe ich den Gang der Wirkungsänderung mit Fleifs hiebei nicht verfolgt; weil Platin, was 10 Min. in salpetersaurer Silberlösung gestanden hat, selbst noch eine langsam fortschreitende Aenderung erfährt, wie weiterhin folgende Versuche (die sich allerdings auf starke Lösung beziehen) zeigen werden.

l) Läfst man ein, sich in einer gegebenen Verdünnung sofort schwärzendes Eisen erst längere Zeit in der Flüssigkeit stehen, ehe man es mit dem Platin, was schon

längere Zeit in derselben Flüssigkeit gestanden hat, schliefst, so erhält man eine stärkere Anfangskraft, als wenn man es unmittelbar beim Zutauchen mit dem Platin schliefst, was beweist, dafs das unter *k* bemerkte Steigen der Stromkraft abhängt von einer Aenderung, die nicht selbst erst durch die Schliefsung hervorgerufen wird.

In Betreff der vorigen Versuche bemerke ich noch im Allgemeinen, dafs nach jedem Versuche die Flüssigkeit, in welcher eine Fällung durch Eisen oder Kupfer stattgefunden hatte, weggeworfen wurde, um nicht bei neuen Versuchen mit einer veränderten Flüssigkeit zu thun zu haben, dafs jedoch mit Fleifs auch einige Versuche in derselben Flüssigkeit wiederholt worden sind, welche schon zu einem vorherigen Versuche gleicher Art gedient hatte, um durch das Constante der Resultate den Beweis zu erhalten, dafs die angezeigten Wirkungsänderungen der Kette nicht von einer Aenderung der Flüssigkeit abhängen.

8) Ungeachtet ich eine sehr grofse Anzahl Metalle und Flüssigkeiten hinsichtlich ihrer Umkehrungsphänomene und des Verhaltens, was sie bei ungleichzeitigem Eintauchen darbieten, geprüft habe, ist mir doch eine solche Umkehrung in der, der normalen entgegengesetzten Richtung, als vorhin beschrieben worden, sonst blofs noch bei einigen Metallen in gesättigter oder wenig verdünnter Schwefelleberlösung vorgekommen. Hier nämlich zeigen die Combinationen Zinn, Kupfer, Eisen, Wismuth ebenfalls die Eigenthümlichkeit, aus —+ in +— in kurzer Zeit überzugehen.

Bei Zinn-Kupfer bin ich den hiebei stattfindenden Veränderungen speciell nachgegangen, und es hat sich hieraus ergeben, *a*) dafs sowohl Zinn als Kupfer durch Schwefelleberlösung positiv verändert werden, *b*) dafs die anfängliche Veränderung des Kupfers viel stärker ist, als die des Zinns, aber schnell in so starkem Verhältnisse abnimmt, dafs das Kupfer dadurch bald wieder un-

ter das Zinn gerückt wird. Die Verhältnisse der verschiedenen Metalle in Schwefelleberlösung sind überhaupt so interessant, dafs sie eine besondere Betrachtung verdienen. Ich begnüge mich daher hier mit dieser vorläufigen Anzeige.

9) Gewöhnlich pflegt man anzunehmen, dafs Platin ein, durch fast alle Flüssigkeiten unveränderliches Metall sey, und am wenigsten dürfte man in der salpetersauren Silberlösung das Vermögen suchen, eine Aenderung daran hervorzubringen. Inzwischen, wie man auch die nachfolgenden Erfahrungeu deuten möge, gewifs ist, dafs das in diese Lösung eingetauchte Platin bald nach dem Eintauchen ein ganz anderes elektrisches Vermögen zeigt, als späterhin. Im Sinne meiner Ansicht würde ich das Resultat so ausdrücken: Das Platin erfährt im Moment seines Eintauchens eine Aenderung, durch die es beträchtlich an Negativität zunimmt; allein diese Negativität mindert sich fortgehends mit der Zeit [1]). So unwahrscheinlich diese Annahme erscheinen mag, so weifs ich doch den nachfolgenden Thatsachen keine andere Deutung zu geben; und gewifs ist wenigstens, dafs alle

1) In meiner Abhandlung in diesen Annalen, Bd. XXXXII S. 508, hatte ich aus dem positiven Verhalten des Platins gegen Gold in salpetersaurer Silberlösung, so wie daraus, dafs erst eingetauchtes Platin sich positiv gegen später zugetauchtes in dieser Lösung verhält, geschlossen, dafs die Veränderung des Platins in dieser Flüssigkeit positiver Natur sey. Inzwischen kann man aus ersterem Umstande keinen Beweis ziehen, so lange nicht die Veränderungen des Goldes in dieser Flüssigkeit für sich untersucht sind; und letzterer Umstand erklärt sich im Zusammenhange mit den übrigen, im Folgenden mitzutheilenden Versuchen richtiger durch die Abnahme der anfänglichen negativen Veränderung. Wenn übrigens in dieser Abhandlung fast blofs von Aenderungen die Rede ist, die sich vom Anfange an mindern, so darf man hierin nicht etwas Allgemeines suchen. Vielmehr kann man, namentlich in nicht zu concentrirten Flüssigkeiten, in unzähligen Fällen das Wachsen der Veränderungen in der anfänglichen Richtung durch ähnliche als obige Versuche sehr gut verfolgen.

übrigen Erklärungsweisen, die man bei solchen Fällen anzuwenden pflegt, eben so viel dabei unerklärt lassen.

a) Wenn man Platin, in starker salpetersaurer Silberlösung stehend, mit seinem vorragenden Ende an dem kupfernen oder silbernen Condensator mit Hülfe eines feuchten Zwischenblättchens entladet (während auch die obere Condensatorplatte durch ein solches Blättchen mit dem Boden communicirt), so wird der Condensator lebhaft positiv geladen, was eine negative Aenderung des in der Flüssigkeit befindlichen Theils voraussetzt. (Eben so verhält sich Silber bei directer Anbringung am silbernen Condensator). Auch in 32facher Verdünnung war das angegebene Verhalten des Platins noch sehr merkbar.

b) Wenn man zwei Platinplatten, die eine in ein Gefäfs mit destillirtem Wasser, die andere in ein Gefäfs mit starker salpetersaurer Silberlösung stellt, welche durch einen, halb mit Silberauflösung, halb mit destillirtem Wasser genetzten Papierstreifen communiciren, so verhält sich das Platin in der Silberauflösung als das negative Metall. Es bestätigt sich diefs, auch wenn man die Platten, neu gereinigt, wechselt, was überhaupt nie bei Versuchen dieser Art zu übergehen, damit nicht ein ursprünglicher Mangel an Homogenität der Metalle Einflufs gewinne. Die Reinigung des Platins geschah hier, wie bei allen Versuchen dieser Abhandlung, stets so, dafs es erst abgetrocknet, dann mit Sandpapier (Glaspapier, Rostpapier), was mit destillirtem Wasser genetzt war, dann noch mit trocknem Sandpapier bestens abgescheuert wurde.

c) Läfst man eine Platinplatte kürzere oder längere Zeit (1 Min. bis mehre Stunden) in starker Lösung eingetaucht, und taucht dann eine zweite hinzu, so verhält sich die erste stets positiv, was entweder auf eine wachsende positive oder eine abnehmende negative Aenderung des Platins in der Flüssigkeit deutet. Die vorigen

Versuche haben die Negativität der Aenderung gezeigt, die folgenden werden ihre Abnahme darthun.

d) Man tauche eine Platinplatte und eine Eisenplatte in starke Lösung gleichzeitig mit Schliefsung ein, und beobachte die Anfangskraft durch die Methode der Oscillationen oder der Ablenkungen. Man wird finden, dafs diese Kraft vom Anfange an rasch abnimmt. Dafs nun diese Abnahme nicht von der Schliefsung abhängig sey, ergiebt sich aus den folgenden Versuchen.

e) Hat man das Platin längere Zeit in der Flüssigkeit stehen lassen, ehe man das Eisen mit Schliefsung dazu taucht, so ist die Anfangskraft gleich anfangs beträchtlich geringer, als bei gleichzeitigem Eintauchen und Schliefsen, die Abnahme aber langsamer. Hier von mehreren Wiederholungen einige Beispiele:

Bei gleichzeitigem Eintauchen und Schliefsen von Eisen und Platin waren Folgendes die Zeiten der successiven zwei Oscillationen vom Anfange an:

57, 61, 64,5, 68, 70, 72.

Als das Platin schon 5 Minuten in der Flüssigkeit gestanden, ehe das Eisen mit Schliefsung dazu getaucht ward:

72, 73, 73, 74.

Als das Platin 13 Minuten in der Flüssigkeit gestanden, ehe das Eisen dazu geschlossen ward:

79, 79.

Um jeden Verdacht zu begegnen, dafs die vorgängige Schliefsung bei einem früheren dieser Versuche auf das Resultat des späteren Versuches influirt hätte, war das Platin nicht (um etwa Zeit zu sparen) von einem dieser Versuche zum andern in der Flüssigkeit gelassen, sondern nach jedem Versuche herausgezogen, neu auf angegebene Art gereinigt und die angegebene Zeit abgewartet worden, bevor das frisch abgefeilte Eisen zugetaucht wurde.

Bei einer anderen Versuchsreihe mit anderen Eisen- und Platin-Platten war die Zeit der zwei Anfangs-Oscillationen, wenn beide Platten zugleich mit Schliefsung eingetaucht wurden, 52, wiederum mit folgender rascher Verlangsamung. Wenn aber das Platin schon 20 Min. in der Flüssigkeit gestanden hatte, ehe das Eisen mit Schliefsung dazu getaucht wurde, 81, wonach auch die noch beobachteten folgenden vier Oscillationen zu je 2 in 81 Zeittheilen vollbracht wurden.

Bei noch einer anderen Versuchsreihe, wo statt Oscillationen Ablenkungen angewandt wurden, betrug die erste Ausweichung, wenn Platin und Eisen zugleich mit Schliefsung eingetaucht wurden: 163° mit dem Rückgang auf 8° derselben Seite. War aber das Platin 5 Min. eingetaucht, ehe das Eisen mit Schliefsung dazu getaucht ward, blofs 82° mit dem Rückgang auf 20°.

Noch ein anderes Mal ward die Kraft beobachtet, welche 5 Minuten nach gleichzeitigem Eintauchen und Schliefsen beider Platten stattfand, und beträchtlich gröfser gefunden, als die *Anfangskraft*, welche sich zeigte, wenn das Eisen zum Platin mit Schliefsung getaucht ward, nachdem letzteres schon eine halbe Stunde in der Flüssigkeit gestanden.

Läfst man Eisen und Platin, *beide* längere Zeit in der Flüssigkeit stehen, bevor man sie schliefst, so findet man eben so eine sehr geringe Anfangskraft, als wenn man das Platin allein längere Zeit darin hätte stehen lassen, und diese geringe Kraft bleibt wenigstens mehrere Oscillationen durch (so lange habe ich sie nur verfolgt) constant. Hat man dagegen das Eisen allein lange Zeit in der Flüssigkeit stehen lassen, ehe man das Platin mit Schliefsung dazu taucht, so ist die Anfangskraft, durch die zwei ersten Oscillationen gemessen, so wenig verschieden von der, welche man erhält, wenn man Platin und Eisen gleichzeitig mit Schliefsung eintaucht, dafs die Verschiedenheit innerhalb der engen Gränzen fällt, wel-

che Wiederholung selbst derselben Versuche nach neuer Reinigung der Platten darbietet, und die Kraft mindert sich ebenfalls rasch.

f) Hat man Platin mit Eisen längere Zeit in starker Lösung geschlossen stehen lassen, so dafs die Kraft nur noch sehr gering ist, so erfolgt keine in Betracht kommende Wiederherstellung der Kraft, wenn man die Eisenplatte in der Flüssigkeit bewegt, wofern nur möglichst ein Anwogen an der Platinplatte vermieden wird; eben so wenig, wenn man die Eisenplatte herauszieht, und nach neuem Abfeilen wieder eintaucht [1]); dagegen starke Bewegung der Platinplatte in der Flüssigkeit immer eine partielle, und Herausziehen und Erneuung der Oberfläche *ungefähr* die volle Wiederherstellung der ursprünglichen Kraft mit sich bringt. (Kleine Unterschiede bei Wiederholung desselben Versuchs erlauben nicht, das Resultat ganz scharf auszusprechen.) Zieht man die Platinplatte heraus, spült sie in destillirtem Wasser ab, trocknet sie über heifsen Kohlen und taucht sie nach dem Erkalten wieder zum Eisen hinzu, so verhält sie sich sogar positiver als das Eisen. Doch ist letzterer Versuch nur ein Mal angestellt.

10) Die Veränderung, welche die salpetersaure Silberlösung am Platin hervorbringt, ist keinesweges eine besondere Eigenthümlichkeit dieser Flüssigkeit; vielmehr zeigt sich durch ähnliche Versuche, als die angeführten, das Platin überhaupt durch die verschiedensten Flüssigkeiten elektro-chemischer Veränderungen fähig, die oft sehr auffallend sind; und ganz besonders stark ist diejenige, welche es durch Salpetersäure erleidet, die man gewöhnlich als ein Reinigungsmittel des Platins ansieht. Blofs beiläufig und andeutungsweise, da diese Abhand-

1) Eine unbedeutende, schnell wieder verschwindende, Erhöhung bemerkte ich allerdings öfters, andere Male indefs auch wieder das Gegentheil.

lung nicht bestimmt ist, den Gegenstand auszuführ
mögen folgende Versuche darüber hier Platz finden.

Eine Platinplatte *a* wurde 4 Minuten in rectificir
Salpetersäure von 1,280 spec. Gew. stehen gelassen, da
herausgenommen, mit weifsem Löschpapier erst abgetro
net, dann auf das Stärkste mit trocknem Löschpapier a
gerieben. Darauf ward sie mit einer anderen, sonst i
homogenen Platinplatte *b*, deren Oberfläche durch nas
und trocknes Reiben mit Sandpapier völlig erneuert w
durch gleichzeitiges Eintauchen in Kochsalzlösung m
telst meines längsten Multiplicators geschlossen. Es
folgte ein Ausschlag von +147°,5, welcher die Neg
vität der mit Salpetersäure behandelt gewesenen Pla
anzeigte. Die Gränze des Rückganges der Nadel w
—5°,5. Der Versuch ward jetzt so wiederholt, dafs
Platte *a*, nachdem sie neu mit Sandpapier gescheue
wieder 4 Minuten mit der Salpetersäure in Berühru
gelassen, dann abgetrocknet, und stark mit Löschpapi
abgerieben worden war, noch überdiefs 1 Minute la
in destillirtem Wasser hin- und herbewegt, und da
abermals mit Löschpapier getrocknet und stark abger
ben wurde, bevor sie mit der, auf's Neue mit Sand
pier abgescheuerten, Platte *b* in Kochsalzlösung geschl
sen wurde. Die Gränzen des ersten Hin- und Rü
ganges waren jetzt +145°,5; —41°,5; so dafs wieder
a als negativ erschien. Beide Platten wurden jetzt
destillirtem Wasser gespült, abgetrocknet, ihre Oberf
che durch sorgfältigstes Abscheuern mit Sandpapier
neuert, und dann der vorige Versuch mit seiner ganz
Procedur des 4 Minuten langen Eintauchens u. s. f. wi
derholt, aber mit verwechselten Platten, um jeden V
dacht auszuschliefsen, dafs Mangel an eigenthümlich
Homogenität der Platten den Erfolg bedingt habe; d
Ausschlag zu Gunsten der Negativität der Platte *b* w
jetzt +157,5, mit dem Rückgang auf —27,5.

Um endlich für beide Platten alles möglichst glei

zu machen, habe ich zu einer ganz anderen Zeit den Versuch in Salpetersäure von derselben Beschaffenheit, *blofs* mit folgenden Abänderungen wiederholt. Die eine Platte blieb blofs 3 Minuten in der Säure eingetaucht, sie wurde nachher, wie oben, abgetrocknet, stark mit Löschpapier abgerieben und *zugleich mit der andern*, mit Sandpapier zuvor gereinigten, Platte 1 Minute lang in destillirtem Wasser bewegt, dann beide abgetrocknet und in Kochsalzlösung geschlossen. Der Ausschlag zu Gunsten der mit Salpetersäure behandelten Platte war das eine Mal +122 mit dem Rückgang auf —106; und noch 7 bis 8 Minuten nachher betrug die Ablenkung ungefähr 6°. Bei Wiederholung des Versuchs mit verwechselten (zuvor neu gereinigten) Platten schlug die Nadel wieder zu Gunsten der Negativität der mit Salpetersäure behandelten Platte so weit aus, dafs sie sich im Kreise nach dieser Richtung fortdrehte, ungeachtet sie vorher merklich still gestanden; ein Umstand, den ich nicht zu erklären weifs, da 180° das Maximum des ersten Ausschlags scheint seyn zu müssen. Um 5 Minuten nach der Schliefsung stand die Nadel noch auf 7°,5.

Zu diesen Resultaten füge man folgende: Das Platin in derselben rectificirten Salpetersäure theilt dem Condensator sehr lebhafte positive Elektricität mit, was für die negative Veränderung des in der Flüssigkeit stehenden Theils spricht. Herausgenommen, vollkommen mit Löschpapier abgetrocknet, und an dem Theile gefafst, welcher mit der Säure in Berührung war, während der andere am Condensator angebracht wird, entsteht immer noch ein ziemlich lebhafter positiver Ausschlag. Selbst dann ist dieser noch deutlich genug, obschon an Stärke sehr vermindert, wenn man die genetzt gewesene Stelle mit dem Löschpapier so stark als möglich abgerieben. Spült man aber die Stelle in destillirtem Wasser ab, so zeigt der Condensator nichts mehr deutlich. Indefs hat uns der viel empfindlichere Multiplicator gelehrt, dafs

selbst jetzt die Veränderung noch nicht vollständig aufgehoben ist. — Auch in rectificirter Salzsäure (von 1,140 spec. Gew.) und rectificirter Schwefelsäure (von 1,580) ladete das Platin den Condensator positiv, und nach Herausnahme und Abtrocknen bestand dieser Ausschlag ebenfalls fort, wenn das Platin an der genetzt gewesenen Stelle gefaſst wurde.

Versuche mit ungleichzeitigem Eintauchen beweisen ebenfalls, wie verschieden das Platin durch verschiedene Flüssigkeiten afficirt werden kann. So fand ich bei 3 Minuten Zwischenzeit des Eintauchens stets das erst eingetauchte Platin negativ gegen das zweite in den genannten drei rectificirten, so wie auch noch stärkeren käuflichen Säuren, in Aetzkalilösung (1 Th. in 3 Th. Wasser), in Kochsalzlösung, Bleizuckerlösung, Brunnenwasser; dagegen positiv in salpetersaurer Silberlösung, Schwefelleberlösung, wäſsriger schwefliger Säure, Kupfervitriollösung.

Der erste Ausschlag in der rectificirten Salzsäure betrug (im Mittel zweier Versuche mit verwechselten Platten) +21°,5 mit dem Rückgang auf —3°; in der rectificirten Schwefelsäure +83°, mit dem Rückgang auf —38°; in der rectificirten Salpetersäure bei zuerst eingetauchter Platte *a* +148°,5 mit dem Rückgang auf —87°,5. Bei zuerst eingetauchter Platte *b* drehte sich die Nadel beim ersten Ausschlage sogar wieder im Kreise.

Man wird nach so auffallenden Beispielen von Veränderungen, welche die Metalle durch stark angreifende Flüssigkeiten erfahren, unstreitig zugeben, daſs Veränderungen dieser Art bei der berühmten Becquerel'schen Kette nicht einfluſslos seyn können. Die Wirksamkeit dieser Kette wird gewöhnlich von der Wirkung des Kali auf die Salpetersäure abgeleitet, und es ist unzweifelhaft, wie ich mich, frühere Versuche von Nobili und Becquerel bestätigend, überzeugt habe, daſs, unabhängig von aller Berührung mit Metallen, hiedurch wirklich ein Strom

entsteht. Allein eben so entscheidend läfst sich darthun, dafs es bei der Becquerel'schen Anordnung in der That nicht dieser Strom ist, sondern der durch die Berührung und, wie ich glaube, Veränderung der Metalle von Seiten der heterogenen Flüssigkeiten erweckt wird, von welchem die Hauptwirkung ausgeht. Es ist indefs hier nicht der Ort, ausführlich davon zu handeln; ich kehre vielmehr nach dieser Abschweifung zur salpetersauren Silberlösung zurück.

11) Der negative Zustand, welchen das Eisen unmittelbar beim Eintauchen in starker Lösung erhält, ändert sich nachher nur noch wenig; indefs lehren die Versuche, dafs er einige Momente nach dem Eintauchen noch zunimmt, nachher allmälig und sehr wenig abnimmt.

Mit Oscillationsversuchen kann man diese Umstände nicht nachweisen, weil schon während der ersten zwei Oscillationen die Abnahme wieder beginnt, auch die ganze Kraft zu schwach ist. Indefs geht die angegebene Thatsache aus folgenden Umständen hervor.

Ungeachtet die bedeutende Negativität des Eisens in salpetersaurer Silberlösung durch Versuche mit dem Condensator und auf andere Weise zur Genüge dargethan wird, so erhält man doch, wenn man Eisen in starke Lösung eintaucht und später Eisen dazu schliefst, immer nur einen geringen Ausschlag durch das ungleichzeitige Eintauchen, in welcher Zwischenzeit (15 Secunden bis 21 Stunden) nach der ersten auch die zweite Platte eingetaucht werden mag; ein Beweis, dafs die zweite Platte im Moment des Eintauchens schon fast eben so stark verändert wird, als die erste. Inzwischen zeigt dieser Ausschlag stets eine Negativität der erst eingetauchten Platte an, also kann die Negativität im Moment des Eintauchens doch nicht auf das volle Maximum kommen. Hat man die erste Platte lange Zeit (bei einem Versuche 21 Stunden, bei einem anderen 25 Minuten, bei ei-

nem dritten mit verwechselten Platten 53 Min.) eingetaucht gelassen, ehe man die zweite dazu taucht, so erfolgt nach einer Bewegung von wenigen Graden, welche der Negativität der erst eingetauchten Platte entspricht, oder auch nur einem kleinen Ruck auf diese Seite, sofort eine Umkehrung der Nadel auf die entgegengesetzte Seite, und die Kraft fährt dann fort nach dieser Seite zu wachsen (was ich respectiv durch 5 bis 15 Min. bei verschiedenen Versuchen verfolgt habe). Läfst man die erste Platte kürzere Zeit eingetaucht, bevor man die zweite Platte dazu taucht, so findet man bei vergleichenden Versuchen mit jedesmal erneuerter Oberfläche der Platten, dafs der erste Ausschlag, obwohl immer nicht bedeutend, doch um so beträchtlicher ist, je früher (bis zu $\frac{1}{4}$ Min.) nach der ersten Platte man die zweite hinzutaucht. So betrug er, bei einer Zwischenzeit von $\frac{1}{4}$ Min. $15^\circ \frac{1}{2}$, bei 1 Min. $9^\circ \frac{1}{2}$, bei 2 Min. $7^\circ \frac{1}{2}$, bei 53 Min. noch keinen ganzen Grad, wonach sofort Umkehrung der Nadel erfolgte. Bei Wiederholung mit verwechselten Platten betrug der erste Ausschlag bei einer Zwischenzeit von 21 Stunden 3°, wonach sofort Umkehrung eintrat. Diese Versuche sind inzwischen blofs mit zwei Platten angestellt, und es wäre möglich, dafs bei manchen Eisensorten eine längere Zwischenzeit des Eintauchens oder etwas andere Beschaffenheit im Neutralitätszustande der Lösung sogleich einen positiven Ausschlag für die erst eingetauchte Platte mit sich brächte. In der That kann man nicht vorsichtig genug seyn, Resultate dieser Art zu verallgemeinern, bevor man sie unter mehrfachen Umständen geprüft. Stellt man Versuche dieser Art in Verdünnungen an, in welchen sich das Eisen nicht schwärzt, so findet man, dafs für gleiche Zwischenzeit des Eintauchens ein viel stärkerer anfänglicher Ausschlag in der verdünnten, als in der starken Lösung erhalten wird, was bestätigend für den Umstand ist, dafs in starker Lösung

die Veränderung sehr schnell erfolgt. Der Versuch wurde bei 1 bis 3 Min. Zwischenzeit in 32 facher Verdünnung mit denselben (hier blank bleibenden) Platten, als in der starken Lösung angestellt.

Verbindet man ein, mit starker Lösung, und ein, mit destillirtem Wasser gefülltes, mit einem Papierstreifen, der halb mit jener Lösung, halb mit Wasser genetzt ist, und taucht in das eine Gefäfs eine Eisenplatte, in das andere eine Platinplatte, so ist immer das Metall negativ, welches in der Silberlösung steht; sey es Eisen oder Platin; letzteren Falls jedoch beträchtlich stärker, als ersteren Falls.

Schliefslich noch folgende Bemerkung: Man wird im Vorigen gesehen haben, wie Versuche über das ungleichzeitige Eintauchen homogener Metalle bei Combination mit anderen Versuchen nützliche Fingerzeige und Bestätigungen für das elektro-chemische Verhältnifs der Flüssigkeiten zu den Metallen liefern können. Für sich allein angestellt, begründen sie gar keinen bestimmten Schlufs, und man kann, wenn man blofs bei ihnen stehen bleiben will, die gröfsten Anomalien wahrzunehmen glauben, die sich doch bei Combination mit anderen Versuchen sehr wohl wechselseitig mit diesem aufklären. In verdünnten Flüssigkeiten ist oft der Ausschlag entgegengesetzt, als in concentrirten, und oft kehrt sich, namentlich in jenen, der erste Ausschlag sogar um. In nicht seltenen Fällen ist der Ausschlag entgegengesetzt, je nachdem man kürzere oder längere Zeit zwischen dem Eintauchen der ersten und Zutauchen der zweiten Platte verfliefsen läfst, und diese Resultate sind, unter Beibehaltung derselben Umstände, auch bei Versuchen mit verwechselten Platten, durchaus constant. Dieselbe Flüssigkeit äufsert ferner dabei auf die verschiedenen Metalle den verschiedensten Einflufs; wie denn z. B. in Kochsalzlösung bei 3 Min. Zwischenzeit das erst ein-

getauchte Metall negativ ist bei Platin, Silber, Zinn, Blei; positiv bei Kupfer, Eisen, Antimon, bei destillirtem Zink endlich aus positiv in negativ umschlagend u. s. f.

Ich übergehe hier weitere Details; indeſs schien es mir nützlich, dieſs hier vorläufig über diesen Gegenstand anzuführen, damit man nicht in der Zeitdifferenz des Eintauchens einen Einfluſs suche, der an sich nach einer bestimmten Richtung wirkt. Alles kommt darauf an, wie die Veränderungen der Metalle durch die Flüssigkeiten sich im Moment des Eintauchens gestalten, und nach welcher Richtung sie von da fortschreiten. So weit meine bisherigen Versuche reichen, zeigt der Umstand, daſs das erst eingetauchte Metall z. B. positiv wird, stets einen von folgenden beiden Fällen an: entweder die Flüssigkeit ändert das Metall positiv, und diese Aenderung nimmt vom Moment des Eintauchens an zu, oder sie ändert das Metall negativ, und diese Aenderung nimmt vom Moment des Eintauchens an ab. Welcher von beiden Fällen stattfinde, läſst sich dann leicht durch Hinzufügung von Versuchen mit dem Condensator und mit Ketten, wo das Metall mit der betreffenden Flüssigkeit und destillirtem Wasser zugleich combinirt wird, entscheiden. Inzwischen, obschon meine bisherigen Versuche mir keinen Ausnahmsfall von diesen Beziehungen gezeigt haben, sind sie doch noch nicht vervielfältigt genug, um diese Beziehungen schon jetzt als vollkommen und allgemein gesichert festzustellen.

II. *Zwölfte Reihe von Experimental-Untersuchungen über Elektricität;* *von Michael Faraday.*

(Aus den *Phil. Transact. f.* 1838 *pl. I.* vom Hrn. Verfasser mitgetheilt.)

§. 18. Von der Vertheilung. (Fortsetzung.)

1318. Meinem Versprechen gemäfs schreite ich nun dazu, die von mir aufgestellte Vertheilungstheorie (1165. 1295 u. s. w.) durch die grofsen Thatsachen der Elektricitätslehre zu prüfen. Das Princip der Vertheilung ist so universell, dafs es alle elektrischen Erscheinungen durchdringt; allein der allgemeine Fall, den ich jetzt vornehmen will, besteht in der bis zur Entladung gehenden und mit ihr endigenden Isolation, nebst den begleitenden Erscheinungen. Dieser Fall schliefst die verschiedenen Arten der Entladungen ein, so wie auch den Zustand und die Charaktere eines Stromes; die Elemente der magnetischen Action unter letzteren mitbegriffen. Wiewohl diese Abhandlungen nur experimentelle Untersuchungen geben sollen, so werde ich doch manchmal in die Nothwendigkeit versetzt werden, theoretisiren und selbst hypothetisiren zu müssen. Indefs hoffe ich, dafs ich, in Betracht der Thatsachen und Versuche, die in der letzten Abhandlung zur Stütze der von mir aufgestellten Theorie enthalten sind, mir nicht zu viel erlaube oder mich nicht zu weit vom Charakter dieser Abhandlungen entferne, zumal ich jede sich mir darbietende Gelegenheit benutzen werde, um zum Experimente, dieser strengen Probe der Wahrheit, zurückzukehren.

1319. Bis jetzt wurde in diesen Aufsätzen die *Vertheilung* nur in Fällen von *Isolation* betrachtet. Der *Isolation* gegenüber steht die *Entladung*. Der Vorgang

oder Erfolg, welcher durch den allgemeinen Ausdruck *Entladung* bezeichnet wird, kann, so weit wir gegenwärtig wissen, auf verschiedene Weisen geschehen. So begreift das, was wir *Leitung* nennen, keinen chemischen Prozefs und, wie es scheint, auch keine Verschiebung der Theilchen. Eine zweite Art kann *elektrolytische Entladung* genannt werden; bei dieser findet ein chemischer Prozefs statt, und die Theilchen müssen, in gewissem Grade verschoben werden. Eine dritte Art, nämlich die in Funken und Lichtbüscheln (*brushes*, wörtlich: *Bürsten*) kann, wegen der heftigen Verrückungen der Theilchen des im Wege liegenden di-elektrischen Körpers, *zerreifsende Entladung* (*disruptive discharge*) genannt werden. Eine vierte endlich liefse sich vielleicht einstweilen ganz passend durch die Benennungen: *Fortführung* oder *fortführende Entladung* (*convection* oder *carrying discharge*) unterscheiden, nämlich die, bei welcher die Entladung durch die fortführende Kraft (*carrying power*) der Theilchen von starren, flüfsigen oder gasigen Körpern bewirkt wird. Künftig mögen vielleicht alle diese Arten als Wirkungen einer und derselben Ursache erscheinen, allein für jetzt erfordern sie eine gesonderte Betrachtung. Zunächst will ich von der *ersten* Art sprechen, denn unter allen Formen von Entladung scheint die, welche wir *Leitung* nennen, die einfachste und mit der Isolation am meisten in Contrast stehende zu seyn.

VII. Leitung oder Leitungs-Entladung.

1320. Obwohl Isolation und Leitung als wesentlich verschieden angenommen werden, so hat doch weder Cavendish noch Poisson durch seine Theorie zu erklären oder in derselben auch nur anzugeben versucht, worin der wesentliche Unterschied beider bestehe. Auch ich habe in dieser Hinsicht nichts zu bieten, *ausgenommen*, dafs, nach meiner Theorie von der Vertheilung, sowohl diese als die Leitung von derselben Mole-

cular-Action des betreffenden di-elektrischen Mittels abhängt, beide nur äusserste Grade eines *gemeinsamen Zustands* oder Effects sind, und in jeder genügenden mathematischen Theorie als Fälle gleicher Art betrachtet werden müssen. Hieraus erhellt, wie wichtig bei unserer Theorie das Bestreben sey, den Zusammenhang zwischen ihnen nachzuweisen.

1321. Obgleich bei der Leidner Flasche die Wirkung des isolirenden Mittels sehr verschieden zu seyn scheint von der des entladenden Drahts, so können sie doch verknüpft werden durch viele Zwischenglieder, die uns von der einen zur andern führen, und, glaube ich, keinen nothwendigen Zusammenhang fehlen lassen.

1322. Wallrath ergab sich bei der Untersuchung als ein di-elektrisches Mittel, durch welches hin eine Vertheilung stattfinden kann (1240. 1246); sein specifisches Vertheilungsvermögen fanden wir ungefähr oder etwas über 1,8 (1279) und seine vertheilende Wirkung wurde wie in allen andern Substanzen, als eine Wirkung angrenzender Theilchen betrachtet.

1323. Allein Wallrath ist auch ein *Leiter*, obgleich in so schwachem Grade, daſs wir den Prozeſs der Leitung Schritt für Schritt durch seine Masse verfolgen können (1247), und selbst wenn die elektrische Kraft eine gewisse Strecke derselben durchwandert hat, können wir durch Entfernung der Zwangskraft (welche zugleich die Vertheilungskraft ist) bemerken, daſs sie in ihrem Gange umkehrt und wieder an der früheren Stelle erscheint (1245. 1246). Hier scheint die Vertheilung eine nothwendige Vorläuferin der Leitung zu seyn. Sie versetzt von selbst die angrenzenden Theilchen des di-elektrischen Körpers in einen gewissen Zustand, welcher, wenn er von denselben festgehalten wird, die *Isolation* ausmacht, wenn er aber durch Mittheilung von Kraft von einem Theilchen zum andern, geschwächt wird, die *Leitung* darstellt.

1324. *Glas* und *Schellack* zeigen dieselbe Fähig-

keit, entweder Vertheilung oder Leitung durch sich hin zu gestatten (1233. 1239. 1247), allein nicht in demselben Grade. Die Leitung verschwindet fast (1239. 1242); die Vertheilung d. h. der Polarisationszustand, in welchen die Vertheilungskraft die an einander grenzenden Theilchen versetzt hat, wird also Stand halten, es findet nur eine geringe Ladung zwischen ihnen statt und daher ist die *Isolation* andauernd. Allein was hier Entladung ist, erscheint als eine Folge des Zustandes, in welchen die Theilchen durch die Vertheilung versetzt sind; und sonach sind die gewöhnliche Isolation und Leitung eng mit einander verknüpft oder vielmehr äusserste Fälle eines gemeinsamen Zustandes.

1325. An Eis oder Wasser haben wir einen besseren Leiter als Wallrath, und die Erscheinungen der Vertheilung und Isolation verschwinden daher schnell, weil Leitung schnell auf die Annahme des Vertheilungszustandes folgt. Versieht man indefs eine Platte kalten Eises auf beiden Seiten mit metallischen Belegen, verbindet den einen mit einer guten Elektrisirmaschine, und den andern mit dem Boden, so lassen sich die Erscheinungen der Vertheilung leicht beobachten, durch die elektrische Spannung die an beiden Belegen erhalten und unterhalten werden kann (419. 426). Denn obwohl der Kraft-Antheil welcher in einem Moment die Theilchen in den Vertheilungszustand versetzt, im nächsten durch die von der Leitung bewirkte Entladung geschwächt wird, so folgt ihm doch sogleich ein anderer Krafttheil aus der Maschine, der den Vertheilungszustand wieder herstellt. Wenn das Eis in Wasser verwandelt worden, läfst sich dieselbe Folge von Vorgängen eben so leicht nachweisen, sobald nur das Wasser destillirt worden und (wenn die Maschine nicht kräftig genug ist) eine Volta'sche Säule angewandt wird.

1326. Alle diese Betrachtungen prägten mir tief die Ueberzeugung ein, dafs *Isolation* und gewöhnliche

Leitung nicht füglich getrennt werden können, wenn wir in ihre Natur d. h. in das allgemeine Gesetz, welchem ihre Erscheinungen untergeordnet sind, eindringen wollen. Sie scheinen mir aus einer Wirkung an einander gränzender Theilchen zu bestehen, die von den bei der Elektricitätserregung entwickelten Kräften abhängt. Diese Kräfte bringen die Theilchen in einen Spannungs- oder Polaritätszustand, welcher beides, die *Vertheilung* und die *Isolation*, ausmacht. In diesem Zustand befindlich, haben die an einander gränzenden Theilchen ein Vermögen oder eine Fähigkeit, ihre Kräfte einander mitzutheilen; dadurch werden letztere geschwächt und es tritt Entladung ein. Alle Körper scheinen zu entladen (444), einige in *gröfserem*, andere in *geringerem* Grade, und dadurch werden sie bessere oder schlechtere Leiter, schlechtere oder bessere Isolatoren. *Vertheilung* und *Leitung* scheinen eins zu seyn in der Ursache und der Wirkung (1320), nur dafs bei der letzteren ein beiden gemeinsamer Effect aufs Höchste gesteigert ist, der bei der ersteren, selbst in den besten Fällen, nur in ganz unmerklichem Grade vorkommt.

1327. Dafs wir bei unseren Versuchen in die Natur der elektrischen Action einzudringen und allgemeinere Gesetze als die bisher bekannten abzuleiten, uns bestreben müssen widersprechende Erscheinungen in Einklang zu bringen, ist eine längst von den geschicktesten Physikern aufgestellte und sanctionirte Meinung. Ich hoffe daher entschuldigt zu seyn, wenn ich versuche, die höchsten Fälle von Leitung als analog oder selbst gleichartig mit denen der Vertheilung und Isolation anzusehen.

1328. Betrachten wir das schwache Eindringen der Elektricität in Schwefel (1241. 1242) oder Schellack (1234), oder die schwächere Isolation des Wallraths als wesentliche Folgen und Anzeigen ihres *Leitungsvermögens*, dann können wir den Widerstand, den Metalldrähte dem Durchgang der Elektricität darbieten, als *Iso-*

lationsvermögen ansehen. Unter den vielen wohlbekannten Fällen, welche diesen Widerstand in den sogenannten vollkommnen Leitern zu erweisen geeignet sind, passen die Versuche des Professors Wheatstone am besten für meinen Zweck, weil sie in so grofsem Maafsstabe ausgeführt sind, um darzuthun, dafs *Zeit* ein Element zu den Bedingungen der Leitung sey, selbst in Metallen [1]). Als die Entladung durch einen 2640 Fufs langen und $\frac{1}{15}$ Zoll dicken Kupferdraht so bewerkstelligt ward, dafs an beiden Enden und in der Mitte des Drahts die Funken an demselben Orte beobachtet werden konnten, zeigte sich der an der Mitte merklich später als die an den beiden Enden, die durch die Bedingungen des Versuchs gleichzeitig erscheinen mufsten. Hier haben wir einen Beweis von Verzögerung, und aus welchem Grunde sollte diese Verzögerung nicht von gleicher Art seyn wie die in Wallrath, Schellack oder Schwefel? Da aber in diesen Körpern Verzögerung Isolation ist, und Isolation Vertheilung, warum sollen wir uns weigern dieselbe Beziehung für dieselben Kraft-Aeufserungen in den Metallen anzunehmen?

1329. Erfahrung lehrt, dafs mit der *Zeit* der Widerstand (*retardation*) überwältigt wird, und beim Wallrath, Schellack und Glas gleiche Resultate erhalten werden. Man lasse nur Zeit im Verhältnifs zum Widerstand (*retardation*) und dieser wird zuletzt besiegt. Wenn aber dem so ist und alle Resultate gleicher Art sind, der einzige Unterschied nur in der Länge der Zeit besteht; warum sollten wir denn den Metallen die vorausgehende Vertheilungs-Wirkung verweigern, die wir in allen andern Körpern annehmen? Die Verkürzung der Zeit ist keine Negation der Wirkung, auch nicht der niedrigere Grad von Spannung, der bei den Metallen, im Vergleich zum Durchgang der Kräfte erfordert wird. Diese Unterschiede würden blofs zu dem Schlusse

1) *Philosoph. Transact. f.* 1834, *p.* 583. (Ann. Bd. XXXIV S. 464).

führen, dafs, in den Metallen, die unter Vertheilung stehenden Theilchen ihre Kräfte schon bei einem geringen Grade von Spannung oder Polarität und mit gröfserer Leichtigkeit fortpflanzen können als in anderen Körpern.

1330. Betrachten wir Hrn. Wheatstone's schönen Versuch unter einem anderen Gesichtspunkt. Lassen wir die Vorrichtung an der Mitte und den beiden Enden des langen Kupferdrahts ungeändert, nehmen blofs die beiden dazwischen befindlichen Drahtlängen fort und ersetzen sie durch Drähte von Eisen oder Platin; wir werden dann eine weit gröfsere Verzögerung des mittleren Funken haben als früher. Noch bedeutender wird die Verzögerung, wenn wir statt des Eisendrahts einen eben so dicken Cylinder von Wasser auch nur von 5 bis 6 Fufs Länge einschalten. Gehen wir vom Wasser zum Wallrath über, entweder geradezu oder schrittweise durch andere Körper (selbst wenn wir das Volum bedeutend vergröfsern, um das Auftreten von Funken anderswo als an den dazu bestimmten Stellen (1331) zu vermeiden), so haben wir eine noch stärkere Verzögerung, bis wir zuletzt, durch Stufen so klein, dafs sie untrennbar sind, zu einer wirklichen und dauernden Isolation gelangen. Was scheidet nun die Ursache beider Extreme, der vollkommnen Leitung und vollkommnen Isolation, von einander? So wie wir den geringsten Grad von Vollkommenheit des einen Extremes verlassen, schliefsen wir das Element zur Vollkommenheit des andern ein. Ueberdiefs haben wir in der Natur weder bei dem einen noch dem anderen Extrem, weder bei der Isolation noch bei der Leitung, den Fall der Vollkommenheit.

1331. Kehren wir nochmals zu diesem schönen Versuch zurück, um ihn unter den verschiedenen Formen, die man ihm geben könnte, zu betrachten. Die Kräfte, nachdem sie die Leidner Flasche verlassen haben, sind während der ganzen Zeit (1328) nicht vollständig mit der Entladung beschäftigt; zum Theil werden sie zur

Vertheilung unter der bekannten Form, durch das umgebende Mittel hin, verwendet, und wenn Luft das di-elektrische Mittel ist, findet vom Draht aus durch die Luft zu den umgebenden Leitern eine Vertheilung statt, so lange bis die Enden des Drahts, durch dessen Länge hin, in elektrische Beziehung getreten sind und Entladung erfolgt ist, d. h. die *Zeit* hindurch, während welcher der mittlere Funken hinter den beiden andern zurückbleibt. Diefs zeigt gut ein alter Versuch, bei welchem ein langer Draht so gebogen wird, dafs zwei Stellen desselben *a* und *b* Fig. 1. Taf. I. unweit seiner Enden ungefähr einen Viertel Zoll Abstand in der Luft bekommen. Sendet man die hinreichend starke Ladung einer Leidner Flasche durch einen solchen Draht, so wird bei weitem der gröfste Theil der Elektricität an dem Zwischenraum durch die Luft gehen, nicht durch das Metall. Wirkt nun hier nicht der mittlere Theil des Drahts, wiewohl er von Metall ist, wie ein isolirendes Mediums? und ist nicht der Funke durch die Luft eine Anzeige von Spannung (gleichzeitig mit *Vertheilung*) der Elektricität an den Enden dieses einfachen Drahts? Warum sollte man nicht den Draht und die Luft beide als di-elektrische Media und die Wirkung zu Anfange und während der Spannung als eine vertheilende betrachten können? Wenn sie durch die Krümmungen des Drahts wirken kann, so wirkt sie auch in krummen Linien durch die Luft (1219. 1224) und andere di-elektrische Körper (1228); und es scheint wir können, wenn wir nur den Fall auf Vertheilungswirkung beschränken, sogar so weit gehen, dafs wir behaupten, unter den isolirenden di-elektrischen Mitteln, leiten einige die Kraftlinien eben so von andern weg (1229), wie es der Draht thut von schlechten Leitern, obwohl der Haupt-Effect in demselben unzweifelhaft davon herrührt, dafs die Theilchen desselben, während sie in einem niederen Spannungszustand sind, leicht entladen. Die Verzögerung ist eine Zeitlang Isola-

tion; und es scheint mir, dafs wir so weit es die ersten Vertheilungsphänomene betrifft, die Luft an dem Zwischenraum *a b* (Fig. 1. Taf. I.) mit dem Entladungsdraht vergleichen, und ungeachtet der Verschiedenartigkeit der zuletzt erfolgenden Entladung [1]), als zwei Körper von gleicher Art und nach denselben Principien wirkend betrachten können, eben so als wir nach Coulomb's Untersuchungen [2]) verschiedene zu demselben Isolations-Effect erforderliche Längen von verschiedenen isolirenden Körpern mit einander vergleichen.

1332. Dieser Vergleich wird noch auffallender, wenn wir den Versuch von Harris betrachten, in welchem ein feiner Draht in einer mit verdünnter Luft erfüllten Glaskugel ausgespannt ist [3]). Als er durch diese zusammengesetzte Vorrichtung von Metall und verdünnter Luft eine Ladung sandte, ging eben so viel, wenn nicht mehr Elektricität durch die letztere als durch das erstere. In der Luft, verdünnt wie sie war, ging ohne Zweifel der Entladung eine Vertheilung voran (1284), und meiner Meinung nach zeigen alle Umstände an, dafs dasselbe auch mit dem Metall der Fall war; dafs in der That beide Media di-elektrisch waren, und in Folge der Wirkung aus gleichen Ursachen gleiche Effecte zeigten, der einzige Unterschied bei den angewandten Substanzen nur ein quantitativer war.

1333. Nach diesen Principien zu urtheilen, kann die Geschwindigkeit der Entladung bedeutend verändert werden, wenn man die Umstände beachtet, die bei der Entladung durch Wallrath oder Schwefel Veränderungen bewirken. So z. B. mufs sie variiren mit der Spannung oder Intensität der ersten Treibkraft (*urging force*) (1234. 1240), und diese Spannung ist Ladung und Ver-

1) Diese wird späterhin (1348) betrachtet werden.

2) *Mém. de l'acad.* 1785, *p.* 612 oder *Encyclop. Britan. Suppl. Vol. I p.* 611.

3) *Philosoph. Transact. f.* 1834, *p.* 242.

theilung. Wenn so, in Hrn. Wheatstone's Versuch, die beiden Enden des Drahts sogleich mit zwei grofsen isolirten und der Luft ausgesetzten Metallflächen verbunden würden, so dafs der erste Act der Vertheilung, nach Vollziehung des Contacts für die Entladung, im ersten Augenblick zum Theil von der innern Portion des Drahts entfernt und für einen Augenblick auf seine gemeinschaftliche Oberfläche mit der Luft und den umgebenden Leitern verlegt würde, so wage ich voraus zu sagen, dafs der mittlere Funken mehr als zuvor verzögert seyn werde. Und wenn diese beiden Metallflächen der innere und äufsere Beleg einer grofsen Flasche oder Leidner Batterie wären, würde die Verzögerung dieses Funkens noch gröfser seyn.

1334. Cavendish war vielleicht der Erste, welcher deutlich zeigte, dafs die Entladung nicht immer auf einem Wege geschieht, sondern, wenn mehr als einer vorhanden, auch auf mehren Wegen zugleich [1]). Wir können diese Wege aus verschiedenen Substanzen bilden; bei passenden Dicken und Längen, sogar von Substanzen wie Luft, Schellack, Wallrath, Wasser, Eisenoxydul, Eisen und Silber; können durch eine einzige Entladung machen, dafs jede ihren Antheil Elektricität fortführt. Vielleicht wäre die Luft auszunehmen, da ihre Entladung durch Leitung für jetzt zweifelhaft ist; allein alle übrigen können in ihrer Entladungsweise auf reine Leitung begränzt werden. Dennoch erfahren mehre von ihnen zuvor eine Vertheilung, genau wie die Vertheilung durch Luft, und diese ist eine nothwendige Vorläuferin ihrer entladenden Wirkung. Wie können wir demnach in den *Principien* und der *Art* der Isolation und Leitung einen dieser Körper von dem anderen trennen, anders als etwa dem Grade nach? Alle scheinen mir di-elektrisch zu seyn, und gleich zu wirken, nach denselben gemeinschaftlichen Gesetzen.

1335. Ein anderes Argument zu Gunsten der all-

1) *Phil. Transact.* 1776, *p.* 197.

gemeinen Gleichheit in Natur und Wirkung der guten und schlechten Leiter (und alle Körper halte ich für mehr oder weniger leitend) möchte ich ziehen aus dem Gleichgewicht in der Wirkung sehr verschiedener Körper, wenn sie, wie früher (213) beschrieben, einander in der magneto-elektrischen Action entgegen gestellt werden; doch ich wünsche mich so kurz zu fassen als es mit der klaren Untersuchung der wahrscheinlichen Wahrheit meiner Ansichten vereinbar ist.

1336. Ob die Gase ein Leitungsvermögen von der hier betrachteten einfachen Art besitzen ist sehr schwierig für jetzt zu entscheiden. Versuche scheinen anzuzeigen, dafs sie gewisse niedrige Grade von Spannungen vollkommen isoliren, und dafs die Effecte, welche durch *Leitung* scheinen veranlafst zu seyn, aus der fortführenden Kraft (*carrying power*) der geladenen Theilchen der Luft oder des Staubes in ihnen entsprungen sind. Eben so gewifs ist jedoch, dafs sie, bei höheren Graden von Ladung oder Spannung, entladen, und das ist Leitung. Wenn sie das Vermögen, eine Spannung von gewisser Schwäche zu isoliren anhaltend und vollkommen besitzen, so mag diefs herrühren von ihrem eigenthümlichen Zustand und von der Trennung, in der sich ihre Theilchen befinden. Allein in diesem oder jedem anderen Fall dürfen wir nicht die schönen Versuche von *Cagniard de la Tour* vergessen, in welchen er gezeigt, dafs Flüssigkeiten und deren Dämpfe allmälig in einander übergehen können bis zum gänzlichen Verschwinden jedes bestimmten Unterschiedes beider Zustände [1]). So können trockner Dampf und kaltes Wasser durch unmerkliche Abstufungen in einander übergehen; und doch ist jener ein Isolator und dieses ein verhältnifsmäfsig guter Leiter. Hinsichtlich des Leitvermögens ist also der Uebergang von den Metallen selbst bis zu den Gasen ein stufenweiser; die Substanzen bilden in dieser Bezie-

1) *Ann. de Chim. et Phys. XXI. p.* 127 *et* 178.

hung nur Eine Reihe, und die verschiedenen Fälle müssen unter Eine Bedingung und Ein Gesetz kommen. Die specifischen Unterschiede der Körper im Leitungsvermögen dienen nur dazu das allgemeine Argument zu verstärken, dafs *Leitung*, wie *Isolation*, ein Resultat der *Vertheilung* ist, und aus einer Wirkung angränzender Theilchen besteht.

1337. Ich möchte nun noch die *Vertheilung* und ihre Begleiterin, die *Leitung*, in gemischten di-elektrischen Mitteln betrachten, z. B. in dem Fall, wo ein geladener Körper statt durch die Luft hin auf einen entfernten und isolirten Leiter zu wirken, gemeinschaftlich durch sie und einen dazwischen gestellten isolirten Leiter wirkt. In solch einem Fall sind die Luft und der Leiter gemischte di-elektrische Substanzen, und der Leiter nimmt in Masse einen ähnlichen Polarisationszustand an, wie meine Theorie für *jedes Theilchen* der Luft in derselben Zeit voraussetzt. Doch ich fürchte für jetzt zu weitschweifig zu werden, und schreite daher zur Betrachtung eines andern Gegenstandes.

1338. Um das Gesagte kurz zusammenzufassen, besteht, nach mir, die erste Wirkung eines erregten Körpers auf die benachbarten Substanzen in der Hervorrufung eines Polarisationszustandes ihrer Theilchen, und das ist die *Vertheilung;* sie entspringt aus der Wirkung auf die unmittelbar berührenden Theilchen, welche wiederum auf die anliegenden wirken und sofort die Kräfte in die Ferne forttragen. Bleibt die Vertheilung ungeschwächt, so erfolgt vollkommne Isolation, und je höher der Polarisationszustand ist, welchen die Theilchen erlangen oder unterhalten können, desto höher ist die Intensität, welche den wirkenden Kräften gegeben werden kann. Wenn dagegen die anliegenden Theilchen, nach Erlangung des Polarisationszustands, das Vermögen haben, ihre Kräfte mitzutheilen, so erfolgt Leitung, und die Spannung ist vermindert; Leitung ist ein besonderer Act

der Entladung zwischen benachbarten Theilchen. Je schwächer der Spannungszustand, bei welchem die Entladung zwischen den Theilchen eines Körpers stattfindet, ein desto besserer Leiter ist dieser Körper. Nach dieser Ansicht, kann man sagen, sind Isolatoren diejenigen Körper, deren Theilchen den Polarisationszustand festhalten können, Leiter dagegen solche, welche nicht bleibend polarisirt werden können. Irre ich mich nicht bei meiner Vertheilungstheorie, so ist die Reduction dieser beiden (so lange getrennt gehaltenen) Effecte auf eine Wirkung anliegender Theilchen und auf Ein gemeinschaftliches Gesetz ein sehr wichtiges Resultat, und andrerseits ist die Identität des Charakters, welche beide durch Betrachtung nach meiner Theorie erlangen (1326), muthmaafslich ein neuer Beweis zu Gunsten der Richtigkeit dieser letzteren.

1339. Dafs Wärme einen grofsen Einflufs auf die blofse Leitung ausübt, ist bekannt (445); in einigen Fällen verändert sie den Charakter der Körper gänzlich (432. 1340). Harris hat indefs gezeigt, dafs sie auf die Gase oder wenigstens die Luft in keiner Beziehung wirkt [1]), und Davy hat uns gelehrt, dafs bei einer Klasse, den Metallen, das Leitungsvermögen durch sie *verringert* wird [2]).

1340. Ich beschrieb früher eine Substanz, deren Leitungsvermögen durch Wärme *erhöht* wurde, nämlich *Schwefelsilber* (433. 437. 438). Seitdem habe ich eine andere gefunden, die sich eben so verhält; diefs ist *Fluorblei*. Als ein Stück dieser Substanz, das geschmolzen worden und erkaltet war, in den Kreis einer Volta'schen Batterie gebracht wurde, hemmte es den Strom. Als es

1) *Phil. Transact. f.* 1834 *p.* 230.

2) *Ibid. p.* 1821 *p.* 431.

selben zwischen die Elektroden einer kräftigen Voltaschen Batterie gebracht wird, so bekommt man sogleich Anzeigen von der Intensität, welche an diesen Elektroden, vermöge der Vertheilungswirkung durch das Wasser, als di-elektrisches Mittel, sich erhalten kann, denn man kann Funken bekommen, Goldblätter zum divergiren bringen, und Leidner Flaschen laden. Das Wasser ist im Zustand des Wallraths (1322. 1323) ein schlechter Leiter und ein schlechter Isolator; es isolirt vermöge Vertheilung, und diese ist die Vorbereiterin und Vorläuferin der Entladung (1338).

1346. Die an den Enden der Wasserportion in Richtung des Stroms erscheinende Vertheilung und Spannung sind nur die Summen der Vertheilungen und Spannungen an den zwischen diesen Gränzen liegenden Punkten; und diese Begränzung der inductiven Spannung zeigt bis zu einem Grad (indem dabei jedesmal Zeit ein wichtiges Element des Resultats ist), dafs wenn die Theilchen einen gewissen relativen Zustand erlangt haben, eine *Entladung* oder eine der gewöhnlichen Leitung entsprechende Uebertragung der Kräfte stattfindet.

1347. Bei dem Vertheilungszustand, welchen das Wasser vor der Entladung annimmt, sind die polarisirten Theilchen Wassertheilchen, wenn Wasser als *Dielectricum* angewandt wird; allein die Entladung zwischen Theilchen und Theilchen ist nicht, wie zuvor, ein bloſser Austausch ihrer Kräfte (*power or forces*) an den polaren Stellen, sondern eine wirkliche Zerfällung derselben in ihre Bestandtheile, wobei der Sauerstoff in einer Richtung fortwandert und seinen Betrag von der während der Polarisation erlangten Kraft mit sich führt, während der Wasserstoff dasselbe in entgegengesetzter Richtung thut, bis sie jeder das nächstliegende Theilchen, welches in gleichem Zustande ist wie das von ihnen verlassene, begegnen und durch Vereinigung ihrer Kräfte mit diesem dasjenige hervorbringen, was eine Entladung

aus-

ausmacht. Dieser Theil der Wirkung kann als eine fortführende betrachtet werden (1319), ausgeübt durch die Bestandtheile des Dielectricums. Das letztere ist immer ein zusammengesetzter Körper (664. 823); und Diejenigen, welche über den Gegenstand nachgedacht, und mit den zuerst von Grotthufs [1]) aufgestellten Ansichten der Ueberführung vertraut sind, werden leicht die Theilchen desselben vergleichen mit einer Reihe metallischer Leiter, die unter Vertheilung stehen und während sie sich in diesem Zustand befinden, in diese elementaren beweglichen Hälften theilbar sind.

1348. Die elektrolytische Entladung hängt nothwendig von der Nichtleitung des Dielectricums als Ganzes ab, und es giebt zwei Stufen oder Acte in dem Vorgang: erst eine Polarisation der Theilchen des Körpers und dann eine Schwächung der Kräfte durch die Trennung, hierauf Vorrücken in entgegengesetzten Richtungen, und Wiedervereinigung der Elemente, welche, wie es scheint, die Hälften der ursprünglich polarisirten Leiter oder Theilchen sind.

1349. Diese Ansichten von der Zersetzung der Elemente und dem darauf folgenden Entladungs-Effect, welche, für den besonderen Fall, mit denen von Grotthufs (481) und Davy (482) eins sind, aber von denen Biot's (487), De la Rive's und Anderen abweichen, scheinen mir vollständig übereinzustimmen, nicht blofs mit der von mir über die Vertheilung im Allgemeinen gegebenen Theorie, sondern auch mit allen bekannten *Thatsachen* der gemeinen Vertheilung, Leitung und elektrolytischen Entladung, und in dieser Hinsicht befestigen sie mich in dem Glauben an die Richtigkeit der aufgestellten Theorie. Die neue Art von Entladung, welche die Elektrolysation darbietet, mufs sicherlich ein Beweis von der *Wirkung angränzender Theilchen* seyn; und da diese, wie es scheint, direct abhängt von einem

1) *Ann. de chim. LVIII p.* 60 und *LXIII p.* 20.

vorausgegangenen Vertheilungszustand, welcher einerlei ist mit der gemeinen Vertheilung, so verstärkt sie bedeutend das Argument, welches alle Fälle von Vertheilung ebenfalls auf eine Wirkung anliegender Theilchen zurückführt (1295).

1350. Zur Erläuterung des Zustandes der polarisirten Theilchen in einem unter Vertheilung stehenden dielektrischen Mittel will ich einen Versuch beschreiben. Man bringe in ein Glasgefäfs etwas klares rectificirtes Terpenthinöl und stecke zwei Drähte hinein, die da, wo sie an der Oberfläche des Terpenthinöls sind, durch Glasröhren gehen, und entweder in Knöpfen oder Spitzen enden. Man schneide sehr saubere, trockne, weifse Seide in kleine Stückchen und bringe etwas davon auch in die Flüssigkeit. Dann elektrisire man einen der Drähte durch eine gewöhnliche Elektrisirmaschine und entlade durch den andern. Sogleich wird die Seide von allen Theilen der Flüssigkeit sich zusammenhäufen und von einem Draht zum andern einen Streifen bilden, der bei Berührung mit einem Glasstab eine bedeutende Zähigkeit zeigt; im Augenblick jedoch, wo der Zuflufs von Elektricität aufhört, fällt der Streifen aus einander und seine Theile zerstreuen sich. Die *Leitung* der Seide ist hiebei sehr gering; und nach der besten Untersuchung, die ich anstellen konnte, ist meine Ansicht: dafs der Zusammenhang der Fasern durch die von jeder erlangten Polarität bedingt werde, genau so wie Eisentheilchen zwischen den Polen eines Hufmagneten durch eine ähnliche Anordnung der Kräfte zusammengehalten werden. Die Seidetheilchen sind hier also ein Abbild von dem Zustand der Molecule in einem Dielectricum, welches ich als polar betrachte, gerade wie es die Seide ist. In allen Fällen von Leitungs-Entladung vermögen die an einander gränzenden polarisirten Theilchen des Körpers eine Neutralisation ihrer Kräfte mit gröfserer oder geringerer Leichtigkeit zu bewirken, wie es auch die Seide

in sehr geringem Grade thut. Weiter sind wir nicht im Stande die Parallele fortzuführen; es sey in der Einbildung; könnten wir indeſs jedes Seidetheilchen in zwei Hälften theilen, und jede Hälfte fortwandern lassen, bis sie eine Hälfte in einem entgegengesetzten Zustand träfe und sich mit ihr vereinigte, so würde sie dann ihr Fortführungs-Vermögen (1347) ausüben und in so weit eine elektrolytische Entladung vorstellen.

1351. Angenommen die elektrolytische Entladung sey eine Folge vorausgegangener Vertheilung, — wie deutlich weisen nicht dann ihre zahlreichen Fälle auf eine Vertheilung in krummen Linien (1216), auf die divergirende oder laterale Wirkung der Linien der Vertheilungskraft (1231) hin, und verstärken so jenen Theil des allgemeinen Arguments in dem früheren Aufsatz! Wenn zwei Platinkugeln, welche die Elektroden einer Volta'schen Batterie bilden, in ein groſses Gefäſs mit verdünnter Schwefelsäure gestellt werden, so überzieht sich das Ganze der Oberflächen mit den respectiven Gasen in schön abgemessenen Verhältnissen, und ohne Schwierigkeit begreift man die Richtung der Entladungscurven, und selbst die Intensität der Kraft der verschiedenen Linien durch die an verschiedenen Stellen der Oberfläche entwickelte Gasmenge. Hier hat man die allgemeinen Effecte der Diffusion; das Auftreten der Anionen und Kathionen an den Ecken und den Rückseiten der Elektroden, wenn diese die Form von Platten haben; die Art, wie der Strom oder die Entladung allen auch wie unregelmäſsigen Gestalten des Elektrolyten folgt. Hier auch die Erscheinungen, welche Nobili in seinen Aufsätzen über die Verbreitung der Ströme in leitenden Massen so schön untersucht und beschrieben hat [1]). Alle diese Erscheinungen zeigen die Richtung der in den und durch die di-elektrischen Körper gehenden Ströme oder Entladungen an, und diesen *gehen* jedesmal entsprechende

1) *Biblioth. univers.* 1835, *LIX*, *p.* 263. 416.

als die elektrolytische Intensität der Substanz, die als Dielectricum wirkt; allein beide Thatsachen (und einige andere) widersprechen der Meinung, die ich früher äufserte, dafs das Vermögen der Salze u. s. w. davon abhängig sey, dafs sie bei Lösung in dem angewandten Wasser den flüssigen Zustand annehmen (410). Vielleicht könnte die Erscheinung mit Unterschieden des specifischen Vertheilungsvermögens zusammenhängen und darin ihre Erklärung finden.

1357. Im letzten Aufsatz habe ich Fälle beschrieben, wo Schellack durch Absorption von Ammoniak leitend wurde (1294). Dasselbe geschieht mit Salzsäure; dennoch sind beide Substanzen im Gaszustand Nichtleiter, Ammoniak sogar auch in concentrirter Lösung (748). Harris hat Fälle erwähnt [1]), wo das Leitungsvermögen der Metalle durch eine geringe Legirung mit anderen bedeutend abgeändert wird. Diefs hat wohl keine Beziehung zu den früheren Fällen, verdient indefs bei einer allgemeinen Untersuchung, die der Gegenstand erfordert, nicht übersehen zu werden.

1358. Nichts ist vielleicht auffallender in der Klasse von di-elektrischen Körpern, die wir Elektrolyte nennen, als die ungewöhnliche und fast vollständige Aufhebung ihrer eigenthümlichen Entladungsweise nach Annahme des *starren* Zustandes (380. etc.), selbst wenn die Intensität der durch sie wirkenden Vertheilung um's Hundertfache und mehr gesteigert worden ist (419). Diefs errichtet nicht nur eine sehr allgemeine Beziehung zwischen den physischen Eigenschaften dieser Körper und der vertheilend durch sie wirkenden Elektricität, sondern verknüpft auch ihre physischen und chemischen Beziehungen so mit einander, dafs wir hoffen dürfen, im Kurzen den Einflufs, den sie wechselseitig auf einander ausüben, vollständig zu begreifen.

1) *Phil. Transact.* 1827, *p.* 22.

(Fortsetzung im nächsten Heft.)

III. *Magnetisirung und Wärmeerregung mittelst eines durch den Schliefsungsdraht der elektrischen Batterie erregten Stromes; von Peter Riefs.*

1) Magnetisirung durch den Nebenstrom.

Als ich vor Kurzem Stahlnadeln in einer Drahtschraube magnetisirte, durch welche die Entladung einer elektrischen Batterie ging, bemerkte ich Folgendes: Die Drahtschraube war mit einer Glasröhre bedeckt, um die ein Draht gleichfalls schraubenförmig gewunden war. Als die Enden dieses aufliegenden Drahtes frei herabhingen, wurde die Magnetisirung der in der inneren Spirale liegenden Stahlnadel nicht wesentlich geändert, wohl aber, als die Enden mit einander verbunden waren. Die Nadel erfuhr nämlich dann eine Magnetisirung, wie sie in der einfachen Spirale nur durch eine bei Weitem *stärkere* elektrische Entladung, als die angewandte, erreicht werden konnte. Ich schrieb diesen Erfolg einem elektrischen Strome zu, der in der äufseren Spirale durch die in der inneren fortschreitende Entladung erregt worden und mit dieser Entladung gleichlaufend war; es gelang mir sogleich, die Wirkung dieses secundären Stromes isolirt nachzuweisen. Da über einen solchen Strom nichts bekannt ist [1]), auch Faraday eine merkliche Wirkung desselben sehr bezweifelt, indem nach ihm

1) So eben giebt die Berl. liter. Zeit. (1839, No. 10) Nachricht von Marianini: *Memorie di fisica sperimentale. Modena* 1838, in welchem Werke sich ein Aufsatz befindet: *Sulle correnti per induzione leida-elettrica.* Das Werk selbst oder eine nähere Auskunft über den genannten Aufsatz habe ich mir nicht verschaffen können.

durch die Entladung der elektrischen Batterie zwei gleich starke Ströme entgegengesetzter Richtung in einem Nebendrahte entstehen (Exper. Unters. §. 25, dies. Annalen, Bd. XXV S. 98), so stellte ich hierüber Versuche an, von welchen die einfachsten hier ihren Platz finden mögen.

Um den durch Vertheilung erregten Strom aufzuzeigen, sind sehr kleine Spiralen hinreichend. Ein Kupferdraht, $7\frac{1}{2}$ Fufs lang, 0‴,29 dick, wurde um eine Glasröhre von 2‴,2 Durchmesser, 5″ 3‴ Länge in $8\frac{1}{2}$ Windungen gelegt, so dafs 2′ 11″ des Drahtes frei blieben. Das eine Drahtende wurde an den Entladungs-Apparat der Batterie, das andere an den Henley'schen Auslader befestigt, dessen Arme durch ein, $2\frac{3}{4}$‴ langes, $4\frac{1}{2}$‴ breites Kupferblech verbunden waren; sodann folgte im Schliefsungsbogen das Luftthermometer mit einem 59″,25 langen Platindraht (*rad.* 0‴,041), und zuletzt der ableitende Kupferstreifen, wie ich diese Zusammenstellung schon früher beschrieben habe. Auf jene erste (Haupt-) Spirale, welche einen Theil des Schliefsungsbogens der Batterie ausmachte, wurde eine, $4\frac{1}{3}$‴ dicke, 4″ 9‴ lange Glasröhre geschoben, um deren mittleren Theil ein $\frac{3}{8}$‴ dicker, 10′ langer besponnener Kupferdraht in 60 Windungen gelegt war; an jedem Ende blieb die Glasröhre in der Länge eines Zolles frei, und wurde daselbst mit Siegellack überzogen. Die geraden Enden dieser zweiten (Neben-) Spirale waren zusammen 3′ 7″ lang, und wurden mit einer dritten (Magnetisirungs-) Spirale verbunden, die ungefähr in 2 Fufs Entfernung von der Hauptspirale von Ost nach West aufgestellt war. Alle Spiralen, von welchen nicht das Gegentheil gesagt ist, waren rechts gewunden. In der Fig. 1 Taf. II stellt *A* die Hauptspirale (von der das mit + bezeichnete Ende nach der inneren Belegung der Batterie führte), *B* die Neben- und *C* die Magnetisirungsspirale vor, in welcher letzteren eine markirte Windung mit *M* bezeichnet ist.

Die folgenden Versuche sind mit einer Magnetisirungsspirale aus Platindraht von 0''',177 Dicke angestellt, von welchem 26 Zolle eine 3'' lange Glasröhre mit 42 Windungen bedeckten und aufserdem 34'' frei blieben (Spirale No. I). Bei jedem Versuche wurde in diese Spirale eine neue unmagnetische englische Nähnadel gelegt, die 13''',9 lang, in der Mitte 0''',19 dick war. Eine Nadel dieser Dimensionen vollführt, wenn sie mit einem starken Magnet gestrichen ist, 20 Oscillationen in 14,2 Secunden. Die Anzahl der gebrauchten Flaschen der Batterie wird, wie früher, mit s bezeichnet, zur Einheit der Elektricitätsmenge q wurde aber hier eine Entladung der Maafsflasche genommen, wenn die Kugeln derselben in der Entfernung $\frac{1}{2}$ Linie standen. Diese Elektricitätsmenge wurde bei gutem Zustande der Maschine durch weniger als eine Umdrehung der 2füfsigen Scheibe geliefert. In der folgenden Tabelle sind die Zeiten angegeben, welche die einzelnen Nadeln zu 20 Oscillationen gebrauchten, nachdem sie in der Spirale C gelegen hatten und verschiedene elektrische Ladungen durch die Hauptspirale A entladen worden waren:

q	10	20	30
s			
5	58'',4	43,6	34,8
25		33,4	34,0

Das Ende der Nadeln, das an der Marke M lag, war überall ein Nordpol, und diefs blieb der Fall, als bedeutend dickere Nadeln (0''',29) zum Versuche angewandt wurden. Die Magnetisirung fand nicht statt, wenn die Nebenschliefsung geöffnet war; ein Ueberspringen der Elektricität vom Haupt- zum Nebendrahte (wogegen auch alle folgenden Versuche sprechen) kann nicht zugegeben werden, da diefs immer an dem Ende B der Spirale, das von der inneren Belegung der Batterie am

entferntesten lag, hätte stattfinden müssen. Es mufs daher die beobachtete Magnetisirung von der in der Nebenspirale erregten Elektricität abgeleitet werden, die sich, wenn wir nur die positive Elektricität betrachten, in der Nebenspirale gleichlaufend mit der Elektricität in der Hauptspirale, von *A* nach *B*, und in der Magnetisirungsspirale von *C* nach *M* fortpflanzte, wie diese Richtung in der Figur durch Pfeile angedeutet ist. Hieraus folgt:

Der Schliefsungsdraht der elektrischen Batterie erregt bei der Entladung in einem nahe stehenden Drahte einen Strom, der mit der Entladung selbst gleichlaufend ist.

Ehe wir die Magnetisirung durch diesen Strom weiter verfolgen, müssen wir die Wirkung des Entladungsstromes selbst in Erinnerung bringen. Aus Savary's schönen Versuchen folgt, dafs der in Stahlnadeln durch den Schliefsungsdraht der elektrischen Batterie erregte Magnetismus kein Maafs der *Stärke*, in einigen Fällen sogar kein Zeichen der *Richtung* abgiebt, welche die elektrische Entladung besessen hatte. Statt näherer Auseinandersetzung will ich eine der Versuchsreihen anführen, die ich zur Wiederholung der Savary'schen Versuche angestellt habe. Die oben beschriebene Platinspirale No. I war zur Schliefsung der Batterie selbst benutzt, und in dieselbe bei jedem Versuche eine neue Stahlnadel der angegebenen Dimensionen gelegt worden. Da es hier nur um ein Mehr oder Weniger des Magnetismus zu thun ist, so wurden die Nadeln zur Prüfung ihres Magnetismus auf ein Lineal gelegt, das horizontal an einer kleinen Bussole befestigt und 10° gegen den Meridian geneigt war. Die Entfernung der nächsten Enden der zu prüfenden Nadel und der im Meridian ruhenden 2 Zoll langen Bussol-Nadel war stets genau dieselbe, und betrug 4 Linien. Ehe eine Nadel dem Versuch ausgesetzt wurde, mufste Oehr und Spitze derselben an der Bussole Anziehung (von ungefähr 1°) zei-

gen; da später nur Abstofsung beobachtet wurde, so war diese ein untrügliches Zeichen, dafs die Nadel magnetisch geworden. Das Maximum der Abstofsung, welches eine Nadel der angegebenen Dimensionen, nachdem sie mit einem starken Magnete gestrichen worden war, hervorbrachte, war 28°. Das in den Tabellen der Abstofsung vorgesetzte negative Zeichen bezieht sich auf die Richtung der Magnetisirung, die alsdann die entgegengesetzte von der als normal angegebenen war. — Als die Batterie aus 25 Flaschen (von $1\frac{1}{2}$ Quadratfufs Belegung) bestand und mit positiver Elektricität geladen war, wurden die folgenden Magnetisirungen gefunden an Stahlnadeln, die in die Platinspirale gelegt worden. In der Regel wurde das Ende der Nadel Nordpol, das nach der äufseren Belegung der Batterie zu lag. q ist die Elektricitätsmenge mit welcher die Batterie geladen war, die Kugeln der Maafsflasche standen, wie weiterhin überall, in der Entfernung $\frac{1}{2}$ Linie:

q	5	10	15	20	25	27	29	30	32	35
Abstofs.	9°	14,5	15	10,3	6,5	—2,5	—7,5	—8,5	2,3	11,5

Man sieht, dafs eine stärkere Ladung der Batterie nicht unbedingt eine stärkere Magnetisirung zur Folge hatte, dafs ferner Elektricitätsmengen vorkommen, die im entgegengesetzten Sinne magnetisiren als andere, obgleich sie in derselben Richtung entladen wurden. Diese der Regel [1]) widersprechenden Magnetisirungen werden nur an dünnen Nadeln bemerkt, indefs mit steigender Ladung der Batterie eine Periodicität in der Stärke der Magnetisirung auch bei dicken Nadeln eintritt, die nur im normalen Sinne magnetisirt werden.

Diese Eigenthümlichkeit der Magnetisirung von Stahlnadeln findet gleicherweise statt, bei Anwendung des

1) Die bekannte elektro-dynamische Regel, dafs ein mit dem positiven Strome schwimmend gedachtes Phantom, wenn es die Nadel ansieht, den Nordpol derselben zur Linken hat.

durch Vertheilung erregten elektrischen Stromes der Nebenschliefsung. Wenn man hierbei auch stets dieselbe Haupt- und Nebenspirale anwendet und die Elektricitätsmenge der Batterie in allen Versuchsreihen auf dieselbe Weise steigert, so wird sich doch die Magnetisirung wesentlich ändern lassen. Die Periode nämlich der Magnetisirungen, welche durch den Nebenstrom geleistet werden, ist sehr verschieden, je nachdem die Beschaffenheit der Nebenschliefsung, die Ausdehnung der Batterie und endlich die Beschaffenheit der Hauptschliefsung eine andere ist. Dafs die Magnetisirung durch den Nebenstrom sich ändert mit Veränderung der Nebenschliefsung ist nicht auffallend, und gehört eigentlich nicht hieher. Findet nämlich in der Nebenspirale auch immer dieselbe Elektricitätserregung statt, so wird die Wirkung des Stromes doch nicht allein von dieser Erregung, sondern auch von der Beschaffenheit des ganzen Weges abhängen müssen, den er zu durchlaufen hat. Es ist diefs der Fall der einfachen Batterie-Entladung, deren Wirkung bekanntlich nicht allein von der Ladung, sondern auch vom Schliefsungsbogen bestimmt wird. Auffallend ist jedoch folgender Umstand bei der Magnetisirung durch den Nebenstrom. Bleibt die Nebenschliefsung zwar metallisch dieselbe, wird sie aber an einer Stelle unterbrochen, an welcher der Nebenstrom mit einem Funken übergehen mufs, so hat diefs den merklichsten Einflufs auf die Magnetisirung. Oft wird hierdurch der Magnetismus auf das Bedeutendste verstärkt, zuweilen geschwächt, ja sogar in Bezug auf die Richtung geändert. Die stärksten Magnetisirungen durch den Nebenstrom, die nahe bis zur Sättigung der Nadel gingen, habe ich nur auf diese Weise erlangen können. Ueber den Funken des Nebenstroms ist zu bemerken, dafs er, wie begreiflich, erst bei einer gewissen Ladung der Batterie eintritt, dann aber desto glän-

zender ist, je besser Haupt- und Nebenschliefsung die Elektricität leiten.

Bei allen folgenden Versuchen war die Hauptschliefsung einfacher als die oben beschriebene, indem ich das Thermometer fortliefs, an der Stelle desselben die Hauptspirale stellte, und den Entladungsapparat mit dem Henley'schen Auslader durch einen 27" langen $1\frac{3}{4}'''$ dikken Messingdraht verband. Die Hauptspirale *A* (Fig. 1 Taf. II) war aus einem, $\frac{1}{2}'''$ dicken, mit Seide besponnenen, 7' 10" langen Kupferdraht gebildet, der, frei aufgewunden, 111 Umgänge auf einer Länge von 1 Fufs hatte, während 2' 4" desselben gerade ausgespannt blieben (Spirale II). Ueber dieser Spirale, auf einer Glasröhre von $4\frac{3}{4}'''$ Dicke, 1' Länge, lag die Nebenspirale *B*, aus einem $\frac{3}{8}'''$ dicken, 16' langen, unbesponnenen Kupferdraht bestehend, der 107 Windungen auf einer Länge von 11" hatte, und freie Enden, zusammen von 3' 9" Länge, behielt (Spirale III). Die so eben beschriebenen Theile des Apparats blieben bei allen Versuchen dieselben; die Stücke, welche die Arme des Henley'schen Ausladers, und die, welche die Enden der Nebenspirale mit einander verbanden, sind bei jeder Versuchsreihe angegeben. Als zu magnetisirende Nadel wurde überall die englische Nähnadel der angegebenen Dimension gebraucht, und der Magnetismus derselben auf die beschriebene Weise an der Bussole geprüft. Eine Unterbrechung in der Nebenschliefsung entstand dadurch, dafs bei *a* oder *b* der Figur zwei kurze, $\frac{3}{8}'''$ dicke Messingdrähte eingeschaltet und, auf Glasstäben befestigt, bis auf 0''',1 einander genähert wurden. Die Elektricitätsmengen, bei welchen diese Unterbrechung angebracht war und der Nebenstrom also mit einem Funken übergeben mufste, sind in den Tabellen mit einem Asterisk bezeichnet. Folgende Versuche zeigen den Einflufs der Beschaffenheit der Nebenschliefsung auf die Magnetisi-

rung, indem mit der Nebenspirale successiv die Platinspirale No. I, und eine ihr ganz ähnliche Spirale, die aber aus einem 0‴,29 dicken Kupferdraht bestand, verbunden, und als Magnetisirungsspirale gebraucht wurde. Die an der Bussole beobachteten Abstofsungen sind positiv genommen, wenn das an *M* der Spirale anliegende Ende der Nadel ein Nordpol war. Im Henley'schen Auslader befand sich ein Neusilberdraht, 77‴,5 lang, $\frac{1}{12}$‴ dick; es wurden 5 Flaschen der Batterie gebraucht.

q	5	10	20	30	20 *	30 *
Platinspirale	0,3	3,2	5,5	6,5	7,0	10
Kupferspirale	—2	—2	—2		4,7	27

Die so bedeutende Aenderung der Magnetisirung hängt nicht von der Beschaffenheit der Magnetisirungsspirale, sondern von der durch sie bewirkten Aenderung der ganzen Nebenschliefsung ab. Wenn die Platin- und die Kupfer-Spirale gleichzeitig in der Nebenschliefsung eingeschaltet werden, so ist die Magnetisirung dieselbe, man mag die Nadel in die eine oder die andere gelegt haben.

Es ist für die Magnetisirung durch den Nebenstrom ferner von Einflufs, ob die Elektricitätsmenge, welche durch die Hauptschliefsung entladen wird auf einer gröfseren oder kleineren Oberfläche angesammelt war. Um diesen Einflufs deutlich zu zeigen, wähle ich die Combination, wo die Arme des Henley'schen Ausladers durch das Kupferblech verbunden waren, und die Platinspirale No. I sich in der Nebenschliefsung befand. *s* bezeichnet die Anzahl der Flaschen in der Batterie.

q	5	10	20	30	20 *
s					
5	—0,3	0	0,5	1	1,3
25	—1,3	0,3	4,5	5,3	

Bei Anwendung von 25 Flaschen ging der Strom durch die angebrachte Unterbrechung der Nebenschliefsung nicht über; und es konnte daher auch keine Magnetisirung erlangt werden. Man sieht, dafs die Magnetisirung sehr befördert wurde durch die langsamere Entladung, welche dieselbe Elektricitätsmenge bei geringerer Dichtigkeit erfuhr, und diefs findet in allen Fällen statt, wo die Hauptschliefsung sehr gut leitend ist. Weitere Beispiele werden unten beiläufig gegeben werden.

Die wirksamste und zugleich die interessanteste Weise, die Magnetisirung durch den Nebenstrom zu ändern, besteht in einer Verlängerung der Hauptschliefsung der Batterie. Die Elektricitätsmenge, welche die Magnetisirung bewirkt, und der Weg, den sie durchläuft, bleiben in diesen Versuchen dieselben, und es betrifft die von uns hervorgebrachte Aenderung nur die Zeit, in der die Elektricität ihren Kreislauf vollendet. Welche grofse Aenderungen hierdurch in der Magnetisirung bewirkt werden, zeigen die Verticalreihen der folgenden Tabelle. Es befand sich, wie früher, die Platinspirale I in der Nebenschliefsung, zugleich aber war, zur gröfseren Bequemlichkeit des Versuchs, eine Spirale (No. IV) von einem $\frac{3}{8}'''$ dicken besponnenen Kupferdraht mit in die Schliefsung genommen. Dieser Draht war 6' 9" lang, 4' 7" bildeten, frei aufgewunden, eine Schraube von $38\frac{1}{2}'''$ Länge und 72 Umgängen, in welche bei jedem Versuche eine an einem Ende verschlossene Glasröhre, welche die zu magnetisirende Nadel enthielt, bis zu einer bestimmten Tiefe geschoben wurde. Zwischen den Armen des Henley'schen Ausladers wurden $\frac{1}{12}'''$ dicke Neusilberdrähte eingeschaltet, deren Länge in der ersten Spalte der Tabelle angegeben ist; die Batterie bestand aus 5 Flaschen. Es werden die Abstofsungen, welche die magnetisirten Nadeln an der Bussole hervorbrachten, und zwar, wie früher, als positiv angegeben, wenn das Ende *M* der Magnetisirungsspirale (s. die Figur) einem Nordpol ent-

sprach. Die letzte Spalte giebt beiläufig die Magnetisirung bei unterbrochener Nebenschliefsung an.

	q	10	20	30	20*
Einschaltung					
Kupferblech		0,3	1,5	2,5	8,3
Neusilberdraht	$26\frac{7}{8}'''$	2	4,5	6,5	8
	$36\frac{5}{8}$	2	5	6	9,5
	78	2,5	5,7	7,7	12,6
	$140\frac{3}{4}$	0	1,8	1,6	4,5
	212	— 0,8	0	1,3	7,8
	324	— 2,3	— 3	0	1,5
	460	—10	—10	—9,5	— 7
	696	— 4	— 2,3	—1,3	+ 8

Diese Perioden in der Magnetisirung, durch dieselben Elektricitätsmengen in demselben geschlossenen Metallbogen hervorgebracht, sind sehr regelmäfsig und in dem Hauptpunkte einander entsprechend; sie scheinen zu beweisen, dafs die Magnetisirung einer Stahlnadel eine ganz bestimmte Zeit bedarf, um durch eine bestimmte Elektricitätsmenge auf das Maximum gebracht zu werden. Wird die Zeit, in welcher die Elektricität auf die Nadel einwirkt, vermindert oder vermehrt, so wird in beiden Fällen eine geringere Magnetisirung erfolgen müssen; wie aber diese Aenderung der Zeit der Entladung den Sinn der Magnetisirung zu ändern vermag, können wir nach unseren bisherigen Erfahrungen nicht angeben, ohne uns auf blofse Vermuthungen zu berufen. Es ist klar, dafs die oben angegebenen Perioden sich nur auf die dünne (0''',19) Nadelsorte beziehen, deren wir uns überall bedienten, und dafs sich für andere Nadelsorten auch andere Perioden gefunden haben würden. Bemerkenswerth ist indefs, dafs ich die so ausgezeichnete Beobachtungsreihe, wo 460''' Neusilberdraht in die Hauptschliefsung eingeschaltet war, mit viel dickeren Nadeln (0''',29 und 0''',36) wiederholt habe, ohne eine normale

Mag-

Magnetisirung erhalten zu können. Diefs ist mit dem Hauptstrom der Batterie nicht zu erreichen. Savary fand anomale Magnetisirung nur bei Nadeln von 0''',11 Dicke, ich selbst habe in der Hauptschliefsung dieselbe nicht erhalten, wenn ich Nadeln gebrauchte, die dicker als 0''',19 waren. Ich schreibe diefs dem Umstand zu, dafs bei der gewöhnlichen Einrichtung der Batterie eine sehr geringe Elektricitätsmenge nicht in kurzer Zeit entladen werden kann, wie diefs so leicht in der Nebenschliefsung zu bewirken ist. Was die Constanz der mitgetheilten Beobachtungen betrifft, so ist sie gröfser als ich sie bei einem so complicirten Phänomen erwartete, wo das Individuelle der angewandten Nadel von so grofsem Einflufs ist. Die stärkeren normalen Abstofsungen werden bei Wiederholung des Versuchs selten um $\frac{1}{5}$ ihrer Gröfse abweichend gefunden, und nur wo die Magnetisirung schwach und zugleich auf dem Punkte ist, ihre Richtung zu ändern, ist die Beobachtung unsicherer. Es ist indefs sehr nothwendig, sich überall der Innigkeit der Drahtverbindungen zu versichern.

2) Wärmeerregung durch den Nebenstrom.

Es ist im Vorhergehenden stillschweigend angenommen worden, dafs der durch Vertheilung erregte Nebenstrom mit dem Hauptstrome ganz gleichen Schritt hält, so dafs der letztere als Maafs für den ersten dienen kann. Diese Annahme wurde wahrscheinlich durch das Erscheinen und Ausbleiben des Funkens in der unterbrochenen Nebenschliefsung, je nachdem die in der Batterie angehäufte Elektricitätsmenge eine gröfsere oder geringere Dichtigkeit besafs, und sie wird vollständig bewiesen, wenn wir die *Wärmeerregung* untersuchen, die durch den Strom der Nebenschliefsung stattfindet. Da uns die Gesetze der Wärmeerregung durch Elektricität bei Weitem bekannter sind als die der Magnetisirung, so werden sich hier die Resultate der Versuche klarer heraus-

stellen, als es früher der Fall seyn konnte. Zu dieser Untersuchung wurde die oben beschriebene Hauptschliefsung der Batterie, die Hauptspirale II und die Nebenspirale III benutzt; die Arme des Henley'schen Ausladers waren durch das kurze Kupferblech verbunden. Das eine Ende der Nebenspirale hing mit der Magnetisirungsspirale IV zusammen, indefs die freien Enden dieser und der ersten Spirale zu den Ansätzen der Kugel des Luftthermometers gingen, in der sich ein Platindraht (*rad.* 0''',023, Länge 144''') befand, der die Nebenschliefsung vollendete. Das Thermometer war also an der Stelle *a*, Fig. 1 Taf. II, eingeschaltet; wo eine Unterbrechung der Nebenschliefsung gebraucht wurde (die in der Tabelle durch einen Asterisk angedeutet ist), war diese an der Stelle *b* in der früher beschriebenen Art bewerkstelligt. In der folgenden Tabelle giebt die erste Columne der Ueberschrift Erwärmung die Anzeige des Thermometers bei verschiedener Gröfse und Ladung der Batterie, *s* bedeutet die Anzahl der Flaschen, *q* die Elektricitätsmenge, mit der sie geladen waren. Unter der Ueberschrift Magnetisirung sind beiläufig die Abstofsungen angegeben, welche Stahlnadeln zeigten, die in der Spirale IV gelegen hatten; und zwar wieder als positive, wenn das Ende *M* der Spirale einen Nordpol erregt hatte; leere Stellen zeigen an, dafs die Nadeln nicht merklich magnetisch geworden waren.

s	*q*	Erwärmung.		Magnetisirung.
3	10	2,7	2,5	
	15	5,4	5,6	
	18	7,0	8,1	
5	15	3,8	3,4	
	20	6,2	6,0	
	25	9,0	9,4	
	30	12,0	13,5	
10	20	3,4	3,0	0,5
	25	5,0	4,7	1,3
	30	7,0	6,8	1,5
15	30	4	4,5	1,5
20	30	3,5	3,4	4,0
25	30	2,5	2,7	2,3
	40	4,4	4,8	—0,6
5	20 *	6,2		8,8
	25 *	8,3		2,0
	30 *	9,8		—3,6

In der zweiten Columne der Ueberschrift Erwärmung stehen Zahlen, die nach folgender Annahme berechnet sind. Gesetzt, die Entladung der Elektricitätsmenge 1, welche die Dichtigkeit 1 besitzt, brächte in der Hauptschliefsung die Erwärmung a hervor, so wissen wir, dafs die Entladung einer Elektricitätsmenge q, welche die Dichtigkeit $\frac{q}{s}$ in der Batterie besafs, eine Erwärmung $\theta = a\frac{q^2}{s}$ zur Folge hat. Nimmt man nun an, dafs diese Entladung in der Nebenspirale eine Elektricitätsmenge erregt, die proportional q ist, und eine Dichtigkeit proportional $\frac{q}{s}$ besitzt, so müssen auch die Erwärmungen der Nebenschliefsung sich nach der Formel

$$\theta_1 = \alpha\frac{q^2}{s}$$

berechnen lassen. α ist ein aus den Beobachtungen gezogener Mittelwerth, und hier gleich 0,075 gesetzt. Wie

man sieht, stimmen die berechneten Werthe mit den beobachteten genügend überein. Durch die angebrachte Unterbrechung in der Nebenschliefsung, welche einen so bedeutenden Einflufs auf die Magnetisirung hat, werden die Erwärmungen nur wenig geändert, und zwar stets vermindert, wie wir diefs aus früheren Beobachtungen an der Hauptschliefsung der Batterie schon wissen. Als statt des Kupferblechs ein Neusilberdraht, $\frac{1}{12}'''$ dick, 78''' lang, in dem Henley'schen Auslader eingeschaltet war, fielen die Erwärmungen bedeutend kleiner aus, wie die folgende Tabelle zeigt:

s	*q*	Erwärmung.		Magnetisirung.
3	15	2,0	2,1	2,5
	18	3,3	3,0	3,5
5	20	2,6	2,2	2,8
	25	3,4	3,5	3,3
	30	4,7	5,0	3,0
5	20 *	2,0		12,0
	25 *	3,2		2,0
	30 *	4,1		8

Der Werth *α* ist durch die Einschaltung des Neusilberdrahtes von 0,075 auf 0,028 gebracht worden, eine Verringerung, die mir, nach meinen früheren Wärmeuntersuchungen an der Hauptschliefsung, nicht auffallend seyn konnte. Ich theile noch eine zweite Reihe ganz ähnlicher Versuche mit, die erhalten wurde, als in das Thermometer statt des Platindrahts ein Neusilberdraht (*rad.* 0''',0332, Länge 122$\frac{7}{12}'''$) eingezogen war. Die Arme des Henley'schen Ausladers standen durch das Kupferblech in Verbindung:

s	q	Erwärmung.		Magnetisirung.
5	20	5,0	5,0	0,3
	25	7,5	7,9	0,6
	30	10,0	11,3	1,3
10	20	2,8	2,5	0,6
	30	5,7	5,7	0,5
20	20	1,5	1,3	2,0
	30	2,7	2,8	0,3
	40	5,5	5,0	1,5
25	20	1,2	1,0	2,0
	30	2,2	2,3	2,5
	40	4,0	4,0	3,6
	50	6,2	6,3	0,6
5	20 *	4,5		2,5

Die Zahlen der vierten Columne sind mit der Annahme $\alpha = 0,063$ berechnet. Als das Kupferblech im Auslader mit dem Neusilberdraht von 78‴ Länge vertauscht wurde, ging dieser Werth auf 0,024 herunter, wie die folgenden Beobachtungen zeigen.

s	q	Erwärmung.		Magnetisirung.
3	15	1,8	1,8	3,0
	18	2,7	2,6	3,3
5	20	2,2	1,9	3,5
	30	4,0	4,3	5,3

Eine gröfsere Anzahl von Beobachtungen anzustellen erlaubte die geringe Gröfse der Erwärmung nicht.

Das Resultat aus diesen Beobachtungen ist sehr einfach. Aus meinen früheren Untersuchungen über die Erwärmung eines constanten Drahtes im Schliefsungsbogen der Batterie folgte eine bestimmte Abhängigkeit der Erwärmung von der angewandten Elektricitätsmenge, von der Dichtigkeit derselben in der Batterie, und von der Verzögerung, welche dieselbe im Schliefsungsdrahte erlitten hatte. Ganz dieselbe Aenderung der Erwärmung

nach der Beschaffenheit der Batterieentladung finden wir in der Nebenschliefsung wieder; es folgt hieraus, dafs der in der Nebenspirale erregte Strom in Bezug auf Wärmeerregung dem Entladungsstrome der Hauptschliefsung vollkommen analog ist. Wir drücken diefs, mit Benutzung einer früher gebrauchten Hypothese, so aus:

Der Schliefsungsdraht der elektrischen Batterie, der eine in derselben angehäufte Elektricitätsmenge in einer bestimmten Zeit entladet, erregt, durch Vertheilung in einem nahestehenden Drahte eine proportionale Elektricitätsmenge, die, im Fall ihr ein Kreislauf gestattet ist, in einer Zeit circulirt, die jener Zeit proportional ist.

Diese Elektricitätsmenge, die man in einem durchaus homogenen, überall gleich warmen Metallringe circuliren lassen kann, bietet das interessante Beispiel des einfachsten elektrischen Stromes dar. Es ist zugleich sehr merkwürdig, dafs dieser geschlossene Strom sich nicht den eigens so genannten elektrischen Strömen anschliefst, sondern durchaus der Entladung der elektrischen Batterie gleicht. Es kann daher der Umstand, dafs bei der Batterie-Entladung die Elektricitätsbewegung, des trennenden Glases wegen, nicht in sich zurückgeht, uns nicht hindern, diese Entladung als elektrischen Strom aufzufassen. Man kann die Entladung der Batterie mit Entladungsstrom oder Hauptstrom bezeichnen, je nachdem dieselbe den übrigen elektrischen Strömen oder dem Nebenstrome gegenübergestellt wird.

Wir haben bisher unsere Aufmerksamkeit noch nicht auf die Stelle gerichtet, an welcher der Nebenstrom erregt wird. Wie leicht begreiflich ist, wird die Elektricitätsmenge im Nebenstrome desto gröfser seyn, ein je gröfserer Theil der Hauptspirale, unter sonst gleichen Umständen, auf die Nebenspirale einwirkt. Um die hierdurch entstehende Vergröfserung des Nebenstromes genauer zu bestimmen, wurde die Nebenspirale (No. III),

welche durch den Platindraht des Thermometers geschlossen war, zuerst auf den gerade ausgespannten Theil der Hauptspirale (II) geschoben und die Erwärmung gemessen, als die Elektricitätsmenge 20 aus 5 Flaschen entladen wurde. Dann wurde in successiven Versuchen eine verschiedene Anzahl Windungen der Hauptspirale unter die Nebenspirale gebracht, Elektricitätsmenge aber und Flaschenzahl unverändert gelassen. Folgende sind die Erwärmungen in der Nebenschliefsung, je nachdem ein anderer Theil der Hauptschliefsung, dessen Zusammensetzung die beiden ersten Columnen angeben, auf die Nebenspirale einwirkte.

Wirksamer Theil der Hauptschliefsung.		
Länge d. geraden Drahts.	Zahl der Windungen.	Erwärm. in d. Nebenschl.
134‴	0	2,0
—	—	1,7
102	24	4,8
—	—	5,0
63,4	53	7,5
—	—	7,7
24,8	82	11,8
—	—	11,2
0	101	13,8
—	—	14,2

Diese Erwärmungen sind durch einen elektrischen Strom hervorgebracht, der zugleich von dem geraden und dem gewundenen Drahte der Hauptspirale erregt worden; wir unterscheiden daher an jeder derselben zwei Theile, die dieser verschiedenen Erregung entsprechen.

Totale Erwärm.	Gerader Draht.	Erwärmung.	Windungen	Erwärmung.
1°,85	134‴	1°,85		
4 ,9	102	1 ,40	24	3°,5
7 ,6	63 ,4	0 ,87	53	6 ,73
11 ,5	24 ,8	0 ,34	82	11 ,16
14 ,0	0	0	101	14 ,0

Indem wir von den beobachteten Werthen die Erwärmungen abgezogen haben, die unter Annahme der Proportionalität mit der Länge für den geraden Draht berechnet wurden, sind Erwärmungen übrig geblieben, die der Zahl der wirksamen Windungen proportional sind. Nimmt man nämlich für die Erwärmung, welche die durch eine Windung der Hauptspirale in der Nebenspirale erregte Elektricität hervorbringt, als Mittelzahl 0,138 an, so erhält man:

	Erwärmung.	
	Beobachtet.	Berechnet.
bei 24 Windungen	3,5	3,3
- 53 -	6,7	7,3
- 82 -	11,2	11,3
- 101 -	14,0	13,9.

Wir wissen, dafs bei gleichbleibender Schliefsung und constanter Dichtigkeit der Elektricität in der Batterie die Erwärmung im Schliefsungsdraht der wirkenden Elektricitätsmenge direct proportional ist; es folgt daher aus den angeführten Beobachtungen:

Die von dem Schliefsungsdrahte der Batterie in einem Nebendrahte erregte Elektricitätsmenge ist, unter sonst gleichbleibenden Umständen, der wirksamen Länge des Schliefsungsdrahtes proportional.

Dasselbe Resultat würden wir erhalten haben, wenn wir die Hauptspirale successiv mit Nebenspiralen von einer veränderlichen Anzahl Windungen derselben Ganghöhe bedeckt hätten. Es giebt indefs noch ein Mittel die Wirksamkeit der Hauptspirale zu beschränken, indem wir sie nämlich in ihrer ganzen Ausdehnung mit verschiedenen Längen des Nebendrahtes umwinden. Es wurde auf die Hauptspirale (No. II) eine Glasröhre von 11″ 7‴ Länge aufgeschoben; von einem Kupferdraht (13′ lang, $\frac{3}{8}$‴ dick) wurden verschiedene Längen um die Glasröhre gewunden, so aber, dafs sie auf der Röhre immer den-

selben Raum von 11″ einnahmen. Die freien Enden des Drahtes gingen zu dem Thermometer. Die Nebenschließung bestand daher in allen Fällen aus 13′ Kupferdraht, von dem aber ein veränderlicher Theil die Hauptschließung umgab, und aus dem Platindraht des Thermometers. Ich erhielt folgende Resultate:

Erregte Drahtlänge.	Erwärmung.
1 Fuſs	2,4
	2,4
2 -	5,0
	4,8
4 -	8,0
	8,0
8 -	15,0
	15,8.

Es wirkte hier die ganze Hauptspirale auf die verschiedenen Längen der Nebenspirale, aber da die letztere stets dieselbe Ausdehnung behielt, unter sehr verschiedenen Winkeln. Die Windung der Nebenspirale traf nämlich den Entladungsstrom unter einem desto kleineren Winkel, je länger der Draht dieser Spirale war. Da in den Versuchen die Erwärmungen, und daher die erregten Elektricitätsmengen sich merklich verhalten, wie die Drahtlängen, so sehen wir, daſs die Wirkung völlig der gleich kommt, welche die verschiedenen Nebenspiralen durch verschiedene, ihnen respectiv parallel gewundene Hauptspiralen erfahren haben würden. In diesem Falle würden also Theile der Hauptspirale denselben Strom erregt haben, den in den aufgeführten Versuchen die ganze Spirale erregte. Diese merkwürdige Eigenschaft des Hauptstroms, in einem Drahte desto weniger Elektricität zur Bewegung zu bringen, je mehr derselbe von der Richtung des Stromes abweicht, konnte schon einem oben aufgeführten Beispiel entnommen werden. Als nämlich der gerade Theil der Hauptspirale auf

die vollständige Nebenspirale einwirkte, deren Windungen er beinahe senkrecht traf, wurde eine so geringe Elektricitätsmenge in Bewegung gesetzt, dafs die gröfsere Entfernung, in welcher der Hauptdraht von den erregten Metalltheilen stand, keine Erklärung dieser geringen Wirkung gab. Dafs eine gröfsere Drahtlänge der Nebenspirale allein nicht eine gröfsere Wirkung bedingt, wenn die Windungen derselben ungünstig gegen die Windungen der Hauptspirale gerichtet sind, zeigt folgender merkwürdige Versuch. Alle bisher gebrauchten Spiralen waren in gleichem Sinne (rechts) gewunden; als ich den letzten Versuch der so eben aufgeführten Tabelle in der Art wiederholte, dafs die 8 Fufs Kupferdraht auf die Glasröhre links, also der darunter liegenden Hauptspirale entgegen, gewunden waren, fand sich folgender bedeutende Unterschied beider Versuche:

	Erwärmung.
Nebenspirale 8' rechts gewunden	15 bis 15,8
links gewunden	2,6 - 2,8.

Die letzte Erwärmung würde kaum geringer ausgefallen seyn, wenn statt der Hauptspirale ein gerade ausgespannter Draht genommen worden wäre.

Ich habe noch zum Schlufs Einiges zu bemerken über die Eigenschaften, welche ich an dem durch den Schliefsungsdraht der elektrischen Batterie erregten Nebenstrome nicht habe finden können. Als ich den bei guter Haupt- und Nebenschliefsung glänzend weifsen Funken des Nebenstromes sah, wurde ich versucht den Strom auf Jodkalium wirken zu lassen, dessen Zersetzung ein untrügliches Mittel zur Erkennung der Richtung des Stromes abgegeben haben würde. Es schlugen aber alle Versuche fehl eine Zersetzung zu erhalten. Ich hatte in die Nebenschliefsung ein Paar feine Platindrähte eingeschal-

tet, deren Spitzen auf Papier gestellt wurden, das mit Jodkalium befeuchtet war. Bei geringer Entfernung der Spitzen und starker Ladung der Batterie ging zwischen den Platindrähten ein Funke durch die Luft über, selbst dann noch, als die Spitzen 2 Linien von einander entfernt waren. Wurde die Entfernung der Spitzen vermehrt, so erschien unter jeder Spitze ein Lichtschimmer, und der Strom ging durch das feuchte Papier über; in keinem Falle aber wurde eine Spur von Zersetzung bemerkt. Brachte ich endlich die Spitzen noch weiter von einander, oder verminderte ich die Batterieladung oder (durch Einschaltung eines Neusilberdrahtes) die Leitung der Hauptschliefsung, so entstand gar kein Nebenstrom. Ich erklärte diesen Erfolg daraus, dafs die erregte Elektricität eine bedeutende Dichtigkeit besitzen mufs, um durch das feuchte Papier zu gehen, dafs aber in diesem Falle der Durchgang zu *schnell* geschieht, um eine Zersetzung des Jodkaliums zu erlauben. Durch jedes Mittel, diesen Durchgang zu verlangsamen, wird auch die Dichtigkeit der erregten Elektricität vermindert, und dann geschieht es, dafs die Elektricität, anstatt durch die Nebenschliefsung zu circuliren, in die Nebenspirale zuzückgeht in entgegengesetzter Richtung, in der sie erregt worden. Wir sehen, dafs das sonst gegen Elektricität so empfindliche Jodkalium hier seine Dienste versagt, und diefs geschieht überall, wo die Elektricität, die durch dasselbe geht, eine zu bedeutende Dichtigkeit besitzt, wie man leicht an der Batterie selbst zeigen kann. Es wurden die beiden Platindrähte in den Schliefsungsdraht der Batterie eingeschaltet, und die Spitzen derselben auf das mit Jodkalium genäfste Papier in der Entfernung von ungefähr 3 Linien gestellt. Als die Elektricitätsmenge 2, die sich in 5 Flaschen befand, durch das Papier entladen wurde, fand keine Spur von Zersetzung statt; aber diese stellte sich sogleich gesetzmäfsig ein, wenn dieselbe Elektricitätsmenge auf 20 oder 25

Flaschen vertheilt gewesen war. Hier wurde der Gang der Elektricität durch verringerte Dichtigkeit derselben in der Batterie verlangsamt; man erreicht dasselbe durch verringerte Leitung des Schliefsungsbogens. Als die Platinspitzen auf dem Papier 20 Linien von einander entfernt standen, wurde noch Zersetzung erhalten, als die Elektricitätsmenge 3 aus 5 Flaschen entladen wurde.

Ich habe nur wenige Versuche angestellt, durch den Nebenstrom eine Magnetnadel abzulenken, und zwar ohne deutlichen Erfolg. Als die Hauptschliefsung ganz metallisch und in die Nebenschliefsung ein empfindlicher Multiplicator eingeschaltet war, wurde bei der Entladung der Batterie ein Schwanken der Nadel, aber keine deutliche Ablenkung bemerkt. Dasselbe war der Fall, als ich die Hauptschliefsung durch eine Wassersäule unterbrach. Diese mangelnde Wirkung des Nebenstromes ist leicht erklärlich, da nach der Beschaffenheit der Nebenschliefsung eine gröfsere Elektricitätsmenge in ihr nicht so langsam circuliren kann, als zur Bewegung der Magnetnadel erforderlich ist.

IV. *Ueber den Elektromagnetismus als bewegende Kraft;*

von P. O. C. Vorsselmann de Heer.
Professor der Physik in Deventer.

(Aus *Meijlink's Nieuwe Schei-, Artsenijmeng en Natuurkundige Bibliotheek* (*December* 1838), vom Hrn. Verfasser mitgetheilt.)

Dal Negro zu Padua war der Erste, welcher einen Apparat verfertigte, worin der Elektro-Magnetismus als bewegende Kraft angewandt ward. Er nahm einen gewöhnlichen Magnetstab, der senkrecht zwischen den Armen eines weichen Hufeisens aufgestellt, und von unten um eine wagrechte Axe drehbar war. Als er nun das

weiche Eisen zu einem Elektromagneten machte, wurde das dem Eisen zugewandte Ende des Stabes durch einen der Pole angezogen, durch den andern abgestofsen, und so eine Schwankung in Richtung des freundschaftlichen Pols vollbracht. Darauf wurden die Pole umgekehrt: die Anziehung ging in Abstofsung über und umgekehrt; und so am Ende jeder Schwankung die Pole verwechselnd, bekam er eine fortdauernde *Schwingungsbewegung*. Es kostete nur wenig Mühe, die Schwingung des Stabes selbst als Mittel zur Verwechslung der Pole zu benutzen, während diese schwingende Bewegung durch bekannte Mittel in eine drehende und fortschreitende Bewegung verändert und zur Hebung von Lasten gebraucht ward. Auf diese Weise erhielt Dal Negro eine Maschine, durch die er 180 Grm. in einer Minute zur Höhe eines Meter hob. Diefs war die *Nutzwirkung* der ersten elektromagnetischen Maschine. Er beschrieb seine Versuche in einer Abhandlung: *Nuova Macchina elettro-magnetica immaginata dall' ab.* Salvatore Dal Negro, die in die *Annali delle scienze del Regno Lombardo-Veneto, März* 1834, aufgenommen ward.

Diese Vorrichtung von Dal Negro hat unzweifelhaft viele Gebrechen. Der Magnetstab, der durch seine Schwingung die Maschine in Bewegung setzte, wirkte nur durch Anziehung und Abstofsung eines seiner Pole. Ueberdiefs mufsten die Arme des weichen Hufeisens dicht bei einander stehen, wodurch das Vermögen jeden Poles auf sich selbst geschwächt ward, aus demselben Grunde, weshalb ein Elektromagnet, der, mit einem Anker geschlossen, viele hundert Pfund tragen kann, an jedem einzelnen Pol ein nur unbedeutendes Gewicht trägt. Dal Negro suchte später diesem Mangel dadurch abzuhelfen, dafs er, statt des Stabes, einen Hufmagnet anwandte.

Jacobi, in Königsberg, jetzt in Dorpat, suchte die Vortheile des Elektromagnetismus, als Mittel zur Bewegung, aus den Grundsätzen der Mechanik nachzuweisen.

Zugleich verfertigte er einen Apparat aus festen und beweglichen Stäben bestehend; die ersteren behielten fortdauernd denselben Magnetismus, während die Pole der letzteren umgekehrt wurden. Statt einer *schwingenden* Bewegung bekam er demnach unmittelbar eine *drehende*, bei welcher Einrichtung aber nur einer der Pole eine Nutzwirkung ausübte. Einen ausführlichen Bericht von seiner Arbeit gab derselbe in der Schrift: *Mémoire sur l'application de l'Electro-magnetisme au mouvement des machines.*

Unseren Landsleuten, den Herren Stratingh und Becker zu Gröningen, gebührt die Ehre, die Ersten gewesen zu seyn, die den Elektro-Magnetismus zur Hervorbringung einer *fortschreitenden* Bewegung anwandten. Der elektro-magnetische Wagen, dessen Beschreibung man in der »*Letterbode*« vom December 1835 findet, beruht auf den Grundsätzen des rotirenden Stabes von Ritchie. Zwischen den Polen eines weichen Hufeisens ist ein ähnlicher Stab um eine senkrechte Axe drehbar. Beide werden zu Elektromagneten gemacht, und durch eine zweckmäfsig ausgeführte Verwechslung der Pole bekommt man eine drehende Bewegung, die durch ein Kronrad auf die horizontale Axe eines Wagens übertragen wird, und diesen in Bewegung setzt. Bei der Vorrichtung des Hrn. Stratingh wird der Strom des Elektromotors halbirt; der eine Theil dient zur Magnetisirung des Hufeisens, der andere zu der des Stabes. Ich habe es jedoch in meinem Apparat vortheilhaft gefunden, denselben Strom nach einander durch beide gehen zu lassen. Es klingt sonderbar, dafs Hr. S. aus diesem Grunde die Bewegung für unmöglich hielt. »In diesem Fall jedoch, sagt er, würde die bewegende Kraft wenig oder nichts seyn, und das Ganze wäre nichts anderes, als dafs man ein elektromagnetisches Hufeisen in Verbindung brächte mit einem umgekehrten elektro-magnetischen Stab, welcher durch die gegenübergestellten Pole eine desto gröfsere Anzie-

hung der wechselseitigen Pole erfahren würde« (a. a. O. S. 408). Die Theorie indefs, wie wir sogleich zeigen werden, erklärt das Ergebnifs unseres Versuches vollkommen.

Unbekannt, wie es scheint, mit dem bereits von den HH. Stratingh und Becker Geleisteten verfertigte Botto zu Turin einen ähnlichen Wagen, dessen Beschreibung man in der *Biblioth. univers.* (*Aôut* 1836) findet. Dieser indefs war nichts mehr, als ein gewöhnliches Modell. Er bestand aus einem hölzernen Rad von 65 Zoll Durchmesser, welches um eine horizontale Axe drehbar war. An dem Umfang dieses Rades waren, parallel mit der Axe, zwölf Cylinder von weichem Eisen befestigt, die in Bewegung gesetzt wurden durch die Wirkung von acht hufförmigen Elektromagneten, deren Pole während jeder Umdrehung zwölf Mal umgekehrt wurden. Botto bewerkstelligte so, nach dem Vorbild von Dal Negro, die Pol-Umkehrung in dem *festen* Theil des Apparats, während sie in den Wägelchen von Stratingh in dem *beweglichen* Theil hervorgebracht ward. Das Gewicht der verschiedenen Theile des Apparats von Botto war folgendes:

Gewicht der Maschine mit dem Elektromotor	375	Kilogrm.
- des Rades	120	-
- eines jeden Cylinders	3	-
- - - Hufeisens	9	-

Der ganze Apparat wog demnach mehr als 600 Kilogrammen, und bewegte sich in den ersten 24 Secunden durch einen Raum von 2,4 Meter. Das Rad allein konnte durch die Wirkung von 1 Quadratmeter Zink in der Zeit von 4 Secunden ein Gewicht von 8 Kilogrammen zur Höhe von 1,5 Met. heben, so dafs der Nutz-Effect vorgestellt wird durch ein Gewicht von 180 Kilogrammen, gehoben in 1 Minute zu 1 Met. Höhe. Nehmen wir an, der Apparat werde durch die Anwendung einer constanten Batterie 24 Stunden lang in Wirksam-

keit erhalten, so würde man damit $24 \times 60 \times 180 = 259200$ Kilogrm. auf die Höhe von 1 Met. bringen können. Eine Maschine von Einer Pferdekraft bringt, nach Watt's Berechnung, in derselben Zeit 6 570 000 Kilogrm. auf dieselbe Höhe, so dafs man, nach diesem Maafsstab, 25 Botto'sche Maschinen nöthig hätte, um die Wirkung Einer Pferdekraft hervorzubringen. Ich weifs nicht, dafs man irgendwo in Europa elektro-magnetische Versuche in einem gröfseren Maafsstabe ausgeführt hätte. Es wäre indefs übereilt, aus dem Ergebnifs von Botto einen ungünstigen Schlufs rücksichtlich der möglichen Anwendung des Elektro-Magnetismus als Mittel zur Bewegung ziehen zu wollen.

In Amerika hat man sich in neuester Zeit mit vielem Eifer auf die Anfertigung elektro-magnetischer Werkzeuge gelegt. Page, Callan, Davenport haben den Elektromagnetismus auf verschiedene Weise als bewegendes Mittel angewandt. Der letztere hat sogar auf die Einführung solcher Werkzeuge ein Patent in den Vereinigten Staaten erlangt. Dieser Davenport ist ein Hufschmidt, in einem Dorfe bei Rutland, im Staate Vermont, ein Mann voll Eifer und Ausdauer, der aber, nach dem, was in Silliman's Zeitschrift von ihm zu lesen steht, mit dem wissenschaftlichen Theil der Sache so gut wie ganz unbekannt ist.

Die gröfste von ihm angefertigte Maschine hat ungefähr folgende Einrichtung. Auf einer lothrechten Axe sind, unter einander, mehre Stäbe von weichem Eisen befestigt, jeder 4 Pfund schwer, mit einem Abstand von $3\frac{1}{2}$ Zoll zwischen den Polen. Auf diese Weise hat er nicht weniger als 234 Stäbe auf derselben Axe vereinigt, die sich nun rechtwinklich längs einer gleichen Anzahl anderer fester Magnete bewegen, welche in dem Umfang eines Cylinders angebracht sind. Diese Vorrichtung, sagt er, habe eine Kraft von etwa zwei Tonnen (*of about*

two

two tons power), ein Ausdruck, der mir nicht ganz deutlich ist.

Bei einer anderen Vorrichtung gebraucht derselbe nur zwei Hufmagnete, mit den Enden gegen einander gestellt, von welchen der obere beweglich ist, um eine senkrechte Axe, deren Stützpunkt sich in der Bucht des unteren befindet. Auf diese Weise, sagt er, solle man *durch zwei Elektromagnete* die gröfsten Maschinen mit weniger Kosten als durch Dampf treiben können [1]).

Callan ist noch weiter gegangen als sein Landsmann Davenport. Er versichert nicht nur, dafs man die Dampfkraft durch den Elektro-Magnetismus ersetzen könne, sondern hat sogar ausgerechnet, wie viel man dadurch an Kosten soll sparen können. »Meine Versuche,« sagt er, »haben mir die Ueberzeugung gegeben, dafs der Elektro-Magnetismus mit Vortheil zum Betriebe von Maschinen verschiedener Art gebraucht werden kann, und ich habe beschlossen eine Vorrichtung zu verfertigen, welche das Werk von einem und vielleicht von zwei Pferden verrichten soll. Die Vorrichtung soll aus 40 Elektro-Magneten bestehen, und ich glaube, dafs man mit einer wirksamen Zink-Kupfer-Fläche von 6 Quadratfufs einen Wagen, belastet mit 13 Centnern, mit einer Schnelligkeit von 7 bis 8 Meilen engl. in der Stunde, bewegen kann.«

»Durch Rechnung, auf Versuche gegründet, bin ich zu folgenden Resultaten gelangt: 1) eine elektro-magnetische Maschine von demselben Vermögen als der beste Dampfwagen, der auf der Kingstown-Eisenbahn läuft,

1) „*Galvanism is, I trust, destined to produce the greatest results in the most simple form, and I hope not to be considered as an enthusiast, when I venture to predict, that soon engines, capable of propelling the largest machinery, will be produced by the simple action of two galvanic magnets and worked with much less expense than steam!*" (Sturgeon's *Annals, April* 1838, *p.* 286.)

kann für 250 Lstrl. gemacht werden. 2) Das Gewicht einer solchen Maschine soll nicht gröfser seyn als 2 Tonnen. 3) Die jährlichen Unkosten, die der Ausbesserungen mit gerechnet, sollen nicht gröfser als 300 Lstrl. seyn.«

»Wenn meine Rechnung richtig ist, so kostet der Elektro-Magnetismus zur Fortschaffung der Wagen auf einer Eisenbahn höchstens ein Viertel so viel als der Dampf. Ich habe gefunden, dafs die Ausgaben für den Kauf und den Betrieb elektro-magnetischer Maschinen nur wachsen wie die Quadratwurzeln aus ihrer Zugkraft. So würde eine Maschine von 100 Pferdekräften, Ankauf und Ausbesserung eingeschlossen, höchstens zehn Mal so viel kosten als eine Maschine von Einer Pferdekraft. Ein Elektromotor, dessen wirksame Zink-Kupfer-Fläche 10 Quadratfufs beträgt, würde eine Maschine betreiben können, hundert Mal vermögender als die, welche durch eine Zink-Kupfer-Fläche von 1 Quadratfufs in Bewegung gesetzt wird.« (Sturgeon's *Annals*, *Oct.* 1837, *p.* 494.)

Später hat Callan noch stärkere Dinge behauptet. Er glaubt im Stande zu seyn, eine Maschine zu verfertigen, die mit weniger als *Einem Geviertfufs* Zink so viel als Eine Pferdekraft leiste [1]).

Bei der letzten dieser Behauptungen sollte man wohl in Versuchung kommen, seine Actien bei unserer Dampfschiffahrts-Gesellschaft so bald wie möglich zu verkaufen. Inzwischen würde Callan vorsichtiger gehandelt haben, wenn er seine grofsen Pläne im Stillen zur Ausführung gebracht hätte, ehe er bei dem Publicum so viel Aufhebens davon machte. Er würde dann nicht in die

1) „*The experiments, which I have already made, give me every reason to think, that I shall be able to construct an engine, which, with a battery of less than a square foot of zinc will* [illegible] *of one horse* (Sturgeon's *Annals*, *April* 1838, [illegible]

unangenehme Nothwendigkeit versetzt seyn, später zu erklären, daſs der Erfolg, durch unvorhergesehene Umstände, keineswegs seinen Erwartungen entsprochen habe. Die Umstände aber, die verhindern, mit weniger als Einem Geviertfuſs Zink eine Maschine von Einer Pferdekraft zu betreiben, sind, dünkt mich, nicht so fern zu suchen. Er hätte sie voraussehen können, wenn er sich mit dem wissenschaftlichen Theil der Sache genugsam bekannt gemacht, und seine Rechnung wirklich auf genaue Versuche gegründet hätte. Dann würde seine Arbeit aus wissenschaftlichem, und folglich auch aus practischem Gesichtspunkt einigen Werth erlangt haben, während seine Berechnungen, so wie sie jetzt sind, nicht das mindeste Vertrauen einflöſsen können.

Inzwischen hat die Möglichkeit, den Elektro-Magnetismus als neue bewegende Kraft zu gebrauchen, die Aufmerksamkeit auch einiger wissenschaftlichen Männer in den Vereinigten Staaten auf sich gezogen. Man höre nur was Silliman in seiner geachteten wissenschaftlichen Zeitschrift, die zu New-Haven erscheint, darüber sagt. Ich gebe die Stelle in der Ursprache, um Nichts an dem Dichterischen des Ausdrucks zu schmälern: *Science,* sagt er, *has most unexpectedly placed in our hands a new power of great but unknown energy. It does not wake the winds from their caverns, nor give wings to water by the urgency of heat, nor drive to exhaustion the muscular power of animals, nor operate by complicated mechanism, nor accumulate hydraulic force by damming the vexed torrents, nor summon any other form of gravitating force, but by the simplest means, the mere contact of metallic surfaces of small extent, with feeble chemical agents, a power everywhere diffused through nature, but generally concealed from our senses, is mysteriously evolved and by circulation in insulated wires, it is still more mysteriously augmented a thousand and a thousand fold, until it breaks forth with incredible*

energy; there is no appreciable interval between its first evolution and its full maturity and the infant starts up a giant.«

So steht es jetzt mit dem Elektromagnetismus. Wird diese neue Kraft, wenigstens in einigen Fällen, wirklich mit Vortheil den Dampf ersetzen können? Ich höre, dafs es geschickte Mechanici in unserem Vaterlande giebt, die solch eine Voraussetzung als eine vollständige Ungereimtheit verwerfen. Sie lassen wohl das Wägelchen von Stratingh für ein ganz artiges Spielzeug gelten, würden uns aber mit einem mitleidigen Lächeln belohnen, wenn wir an die Möglichkeit einer solchen Maschine im Grofsen glauben wollten. Solch eine Handlungsweise ist für den Mann von wissenschaftlicher Bildung ungeziemend, und sofern er durch sein Ansehen die Lust zur Beförderung einer guten Sache bei Anderen vermindert, sogar tadelnswerth. Der Elektromagnetismus ist eine Kraft »*of great but unknown energy.*« Man darf nicht verwerfen, was man nicht kennt; oder haben denn die Mechanici in der That so tüchtige Gründe, dafs sie ihr absprechendes Urtheil rechtfertigen könnten; warum machen sie dieselben nicht bekannt, damit Andere von ihrem Irrthum befreit werden, und ihre Zeit auf etwas Besseres verwenden können? Im Gebiet der Naturkunde kann allein das Ansehen von Thatsachen gelten, und da durch diese, so viel ich weifs, noch nichts entschieden ist, so werde ich mir die Freiheit nehmen, einen Apparat zu beschreiben,. bei dem der Elektro-Magnetismus auf eine besondere Weise als bewegende Kraft angewandt wird. Vielleicht wird diese Vorrichtung, bei möglicher Anwendung, einigen Vortheil verschaffen, und wenn dieselbe niemals eine Anwendung finden sollte, ist sie vielleicht noch artig genug, um unter den Spielereien der Physiker einen Platz zu erhalten.

In dem Wägelchen von Stratingh, wie in den meisten anderen Apparaten, wird der bewegliche Stab

rechtwinklich vor den Polen des festen Hufeisens oder Cylinders vorübergeführt. Das Eigenthümliche meiner Vorrichtung besteht darin, dafs die Stäbe nicht *rechtwinklich*, sondern *parallel* an einander gestellt sind, so dafs *jeder* Punkt des festen Stabes auf *jeden* Punkt des beweglichen eine wechselseitige Wirkung ausübt, und diese Wirkungen vereinigen sich sämmtlich, um die Bewegung in derselben Richtung hervorzubringen. Vier Stäbe von weichem Eisen sind in dem Umfang einer cylindrischen Hülle befestigt, so dafs sie die vier Kanten eines in dem Cylinder beschriebenen Parallelepipedums bilden (Taf. II Fig. 2). Die Stäbe sind mit Kupferdraht umwunden, welcher bei dem ersten und dritten Stab eine *linkslaufende*, bei dem zweiten und vierten eine *rechtslaufende* Schraube bildet, von denen die vier Enden wechselseitig mit einander vereinigt sind, und in den Punkten *A* und *B* zusammenkommen. Bringt man also die beiden Enden in Verbindung mit einem Elektromotor, so mufs der elektrische Strom an den Punkten *A* und *B* in vier Theile zerfallen; alle Stäbe müssen magnetisch werden, und zwar, wegen gleicher Länge und Anzahl der Windungen, in gleichem Grade, während die Pole in I und III die entgegengesetzten seyn müssen von denen, welche in II und IV an derselben Kante sich befinden. Diefs ist der *feste* Theil der Vorrichtung, in welchem die Stäbe beständig denselben Magnetismus behalten.

Beinahe auf dieselbe Weise ist der *bewegliche* Theil eingerichtet. Auch hier sind vier Stäbe in der Form eines rechtwinklichen Parallelepipedums aufgestellt, und mit hölzernen Armen an einer horizontalen kupfernen Axe befestigt, um welcher dieser inwendige Cylinder beweglich ist. Man macht die Vorrichtung so, dafs die vier inneren Stäbe sich so dicht wie möglich neben den vier äufseren befinden. Das Ganze hat also einige Aehnlichkeit mit einer Haspel, weshalb ich glaube, dafs man

diese Vorrichtung füglich eine *elektro-magnetische Haspel* nennen könnte.

Die vier beweglichen Stäbe sind mit Kupferdraht umwunden, und zwar 1 und 3 *links*-, 2 und 4 *rechtslaufend*, während die vier Enden an der Seite auf der Kupferaxe selbst befestigt sind, und die vier Enden an der anderen Seite verbunden werden mit einer kupfernen Hülse, die von der Axe selbst gut isolirt ist. Wenn man demnach diese Hülse mit dem einen, und die Axe selbst mit dem anderen Pol eines Elektromotors verbindet, müssen auch diese vier Stäbe magnetisch werden, und zwar 1 und 3 im entgegengesetzten Sinn als 2 und 4. Gesetzt nun, der Apparat sey so gestellt, dafs die Stäbe I, 1, II, 2 u. s. w. einander sehr nahe liegen, und es werde dann durch den festen und beweglichen Theil ein elektrischer Strom geleitet, solchergestalt, dafs diese Stäbe respective in gleicher Richtung magnetisirt werden, so mufs zwischen all den Stäben eine gegenseitige Abstofsung eintreten, und das magnetische Gleichgewicht kann erst hergestellt seyn, wenn der bewegliche Theil eine Viertel-Umdrehung vollbracht hat. Wenn man demnach vier Mal während jeder Umdrehung die Pole der beweglichen Stäbe verwechselt, mufs eine andaurende Rotation erfolgen. Die Pol-Verwechslung wird nun durch die Bewegung der Maschine selber folgendermafsen vollbracht.

Auf der kupfernen Hülse sind hinter einander zwei Kupferscheiben angebracht, die in zwei verschiedene Quecksilbernäpfe *a* und *b* eintauchen (Taf. II Fig. 3 und 2). Von jeder Scheibe sind zwei gegenüberstehende Quadranten ausgeschnitten, so, dafs, wenn man die beiden Scheiben gerade vor sich stellt, der weggeschnittene Theil der einen dem übriggebliebenen Theil der andern bedeckt, und das Ganze als eine einzige Scheibe erscheint. Läfst man nun die Vorrichtung rotiren, so mufs die Hülse bei jeder Viertel-Umdrehung mit einem an-

dem Quecksilbernäpfchen, *a* oder *b*, in Verbindung kommen. Zwei ähnliche Scheiben sind dicht bei der Hülse auf der Axe selbst befestigt; die eine bewegt sich in dem Quecksilbernäpfchen *b*, die andere in einem dritten Quecksilbernäpfchen *c*, das mit dem Näpfchen *a* verbunden ist. Durch eine solche Einrichtung kann man bei jedem Umgang die Pole so oft verwechseln, wie man will. Es ist dazu nur nöthig, aus der einen Scheibe wegzuschneiden, was man in der anderen stehen läfst. Es ist der Grundsatz von Neeff's *Blitzrad*, auf eine andere Weise angewandt und als *Commutator* benutzt.

Ich hätte gewünscht, den Gebrauch von Quecksilber durch kupferne Federn ersetzen zu können, wie es in Clarke's magneto-elektrischer Maschine geschieht; die Einrichtung bleibt dabei im Grunde dieselbe, allein man hat mir hier eine solche Vorrichtung nicht mit hinlänglicher Genauigkeit verfertigen können. — Uebrigens ist klar, dafs die Scheiben so gestellt seyn müssen, dafs sie in das Quecksilber eintauchen oder es verlassen, im Augenblick, da die beweglichen und festen Stäbe einander am nächsten sind. Und zwar wird dabei immer ein Augenblick seyn, da zwei Scheiben gleichzeitig in dasselbe Quecksilbernäpfchen tauchen; doch bringt diefs keinen anderen Nachtheil hervor, als dafs man während dieser Zeit den Strom unterbricht oder merklich schwächt.

Um nun die Haspel zum Rotiren zu bringen, würde man für den festen und für den beweglichen Theil einen besonderen Elektromotor gebrauchen können; doch läfst sich auch dasselbe mit einem einzigen Plattenpaar oder einer einzigen Batterie bewerkstelligen. Im letzten Fall kann man zwei Wege einschlagen. Man kann 1) den Strom in zwei Theile zerfällen, und dabei den einen die festen, den anderen die beweglichen Stäbe magnetisch machen lassen, oder auch 2) *denselben* Strom nach einander durch beide gehen lassen.

Im ersten Fall bringt man das Ende *A* an den fe-

sten Stäben in das Näpfchen *a* oder *c*, und *B* in *b*, während die Enden des Elektromotors mit diesen beiden Quecksilbernäpfchen vereinigt werden. Je nach der Stellung der Scheiben, die als Commutatoren dienen, wird nun eine Rotation in dieser oder jener Richtung erfolgen. Die Richtung wird sich nicht verändern, so lange man die Pole des Elektromotors nicht verwechselt; so wie man aber das Ende *A* in *b*, und *B* in *a* oder *c* bringt, wird eine Rotation in entgegengesetzter Richtung erfolgen. Diese Erscheinung bedarf für den, der mit dem Elektro-Magnetismus bekannt ist, keiner weiteren Erklärung.

Um die Rotation durch *denselben* Strom zu bewerkstelligen, bringt man den Draht *B* in das Quecksilbernäpfchen *b*, während die Pole des Elektromotors an der einen Seite mit *A*, an der andern mit dem Quecksilbernäpfchen *a* oder *c* verbunden sind. Es erfolgt nun eine Rotation, deren Richtung sich wiederum nicht ehe verändert, als bis die Enden des Elektromotors verwechselt werden, die aber in die entgegengesetzte übergeht, so wie man *B* in das Quecksilbernäpfchen *a* oder auch *A* in *b* gebracht hat, während der Elektromotor im ersten Fall mit *A* und *b*, im letzten mit *B* und *a* vereinigt wird.

Im Allgemeinen kann man nicht voraus bestimmen, welche der beiden Methoden den Vorzug verdient. Diefs hängt ganz ab, sowohl von der Kette, die man anwendet, als von dem Widerstand, den der Strom in dem festen und beweglichen Theile der Vorrichtung zu überwinden hat, d. h. mit anderen Worten, von der Drahtlänge, die er durchlaufen mufs. Wenn man die verschiedenen Arten des Widerstandes, auf bekannte Weise, in Länge eines und desselben Drahts bestimmt hat, läfst sich die Intensität des Stroms, von dem der Magnetismus abhängt, in jedem dieser Fälle leicht berechnen. Diese Formeln, die durch die schönen Versuche von

Fechner und **Pouillet** vollkommen bewiesen, aber dennoch, wie es scheint, vielen Physikern gänzlich unbekannt sind [1]), mögen hier eine Stelle finden. Nennen wir den Widerstand

des Elements der Batterie $=R$
des festen Theils der Vorrichtung $=r$
des beweglichen Theils desselben $=r'$,

dann wird die Intensität des Stroms, der die beiden Drähte *nach einander* durchläuft, vorgestellt durch:

$$I=\frac{C}{R+r+r'} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \text{(I)}$$

C ist eine Gröfse, die constant bleibt für jedes Zink-Kupfer-Element, worin Wasser als Elektrolyt gebraucht wird, es sey diefs Wasser mit Schwefelsäure, Salpetersäure oder Alkalien vermengt oder nicht. Sobald aber die angewandte Säure selber ein Elektrolyt ist, wie z. B. die Salzsäure, so wird der Werth von C verändert, und zwar, wie ich anderswo gezeigt habe, verringert.

Hat man dagegen, nach der von Hrn. **Stratingh** bei seinem Wägelchen befolgten Methode, den Strom in zwei Theile zerfällt, so findet man dessen Intensität:

$$\left.\begin{array}{ll}\text{im festen Theil} & =\dfrac{C}{R+r+\dfrac{Rr}{r'}} \\[2ex] \text{im beweglichen Theil} & =\dfrac{C}{R+r'+\dfrac{Rr'}{r}}\end{array}\right\} \ldots \text{(II)}$$

Die Vergleichung der Formeln (I) und (II) für bekannte Werthe von R, r, r' mufs entscheiden, ob man die Rotation nach der einen oder der anderen Methode zu bewerkstelligen habe.

1) Leider nur zu vielen! Gewifs würden wir mit mancher, ganz unhaltbaren Hypothese in der Lehre vom Galvanismus verschont geblieben seyn, wenn die Urheber derselben sich ein wenig mit den eben so einfachen als fruchtbaren Principien der **Ohm**'schen Theorie bekannt gemacht hätten. *P.*

Bei der Haspel, die wir beschrieben haben, kann man, da der Strom abwechselnd durch Quecksilber und durch eine gleiche Drahtlänge laufen mufs, $r=r'$ setzen. Der Strom hat nun, wenn er auch in zwei Theile zerfällt worden, in dem festen und beweglichen Theil die nämliche Intensität, die ausgedrückt wird durch:

$$I=\frac{C}{2R+r} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad \text{(II)}$$

während, wenn er die beiden Theile *nach einander* durchläuft, die Intensität hat:

$$I=\frac{C}{R+2r} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad \text{(I)}$$

Wenn demnach $R+2r<2R+r$ oder $r<R$, mufs die Intensität in dem letzten Fall gröfser seyn. So oft also der Widerstand im Element selber gröfser ist als der, welchen der Strom in Einem der beiden Leitdrähte erfährt, mufs man die Verbindung gerade auf die Weise ausführen, bei welcher Hr. Stratingh eine Bewegung für unmöglich hielt. Sonderbar genug ist just diefs der gewöhnlichere Fall. Wenn man kein Element mit sehr grofser Oberfläche und starker Säure oder keine sehr lange Leitdrähte anwendet, ist $R>r$ und der *einfache* Strom vor dem *getheilten* zu wählen. Berechnen wir, um diefs zu thun, den Widerstand eines Elements, dessen Zink eine wirksame Oberfläche von 16 Quadratpalmen [1]) besitzt, während die Dicke der flüssigen Schicht 1 Zoll holl. und deren Leitvermögen $=0{,}1$, die einer gesättigten Kupfervitriol-Lösung $=1$ gesetzt. Drücken wir diesen Widerstand durch die Länge L eines d Zoll holl. dicken Kupferdrahts aus, so haben wir zunächst:

$$\frac{0{,}01}{40\times40\times0{,}1}=\frac{L}{d^2\times\frac{1}{4}\pi\times15000000},$$

da das Leitvermögen des Kupfers, nach Pouillet, $=15000000$

1) 3 Palmen einen holländischen Fufs. *P.*

ist, wenn die einer gesättigten Kupfervitriol-Lösung durch 1 ausgedrückt wird. Wir finden hieraus, in Metern:

$$L = 736\, d^2.$$

Der gewöhnliche Kupferdraht, dessen sich auch Hr. Stratingh bediente, ist 1^{mm} dick, und so wird das Element, welches wir hier voraussetzen, dem Strom denselben Widerstand leisten, wie wenn dieser durch $7^m,36$ Kupferdraht gehen müfste. Auf solche Weise kann man für jeden Fall den Widerstand des Elektromotoren in Rechnung bringen, sobald man nur das Leitvermögen der angewandten Flüssigkeit kennt. Hieraus erhellt, dafs es just nicht immer vorzüglich ist, den Windungen die Gestalt zu geben, welche Hr. S. nach dem Vorbild von Anderen gewählt hat, wobei man nämlich »die Enden jeder Lage von Windungen mit dem allgemeinen Hauptleitdraht verbindet, und auch die Windungen in zwei Theile vertheilt und wieder vereinigt, um den Lauf des elektrischen Stroms zu verkürzen und dadurch zu beschleunigen« (*Letterbode*, 11. *Dec.* 1835, *p.* 406). Diese Anordnung wird nur dann einigen Vortheil gewähren, wenn die gesammte Drahtlänge dem Strom einen stärkeren Widerstand darbietet, als das angewandte Element selbst.

Bei dem Wagen der HH. Stratingh und Becker ist jedoch noch ein anderer Grund, warum man den einfachen Strom dem getheilten vorziehen mufs. An dem Modell, welches sich im Kabinett des Athenaeum zu Deventer befindet, so wie an allen von mir gesehenen Wagen, wird die Pol-Verwechslung durch zwei Stäbchen bewirkt, die auf einer Kupferscheibe hingleiten, so in zwei vertheilt, dafs jede Hälfte abwechselnd mit einem der Stäbchen in Berührung ist. Auf diese Weise hat man den Gebrauch des Quecksilbers vermieden, dessen man sich bei der in der *Letterbode* a. a. O. beschriebenen Vorrichtung bedient. Inzwischen ist hiedurch der Widerstand für den Strom in dem beweglichen Theil

der Vorrichtung ansehnlich vermehrt, besonders da die Stäbe nicht zu fest auf die Scheibe drücken dürfen, um die Bewegung nicht zu hemmen. Eine natürliche Folge hievon ist, dafs die Hufeisen einen viel stärkeren Magnetismus bekommen, als die Stäbe, und diese letzteren gleichsam überwältigt werden, wodurch die Bewegung des Ganzen ausbleibt oder ruck- und stofsweise geschieht. So habe ich es beständig gefunden; selten konnte ich meinen Wagen anders zum Laufen bringen, und die Versuche waren mir viel zu unsicher, als dafs ich sie den Mitgliedern unserer Naturkundigen Gesellschaft zeigen durfte.

Endlich habe ich den Grundsatz des getheilten Stroms aufgegeben, und um den eben besprochenen Widerstand besser zu überwinden, anstatt eines einzelnen zwei oder drei Elemente gebraucht, die auf diese Weise zu einem Trog vereinigt sind. Dadurch ist zwar die Last, die der Wagen tragen mufs, vergröfsert; allein obschon die Oberfläche jeden Elements höchstens $1\frac{1}{2}$ Quadratpalmen beträgt, geschieht die Bewegung mit der gröfsten Regelmäfsigkeit, und ich habe, bei gehöriger Vorsicht, nicht mehr zu fürchten, dafs die Versuche mifsglücken. Dafs man, sobald der Leitdraht einen stärkeren Widerstand darbietet, *dieselbe* Metalloberfläche mit Vortheil in mehre Elemente vertheilen kann, ist bekannt. Wird der Widerstand des Leitdrahts durch r, und der des ganzen Elements durch R vorgestellt, so ist die Intensität des Stroms:

$$I=\frac{C}{R+r},$$

und wenn man dieselbe Gesammtfläche in m Paare theilt, hat man:

$$I=\frac{mC}{m^2R+r}.$$

Die nützlichste Wirkung ergiebt sich, wenn $mR + \frac{r}{m}$ ein Minimum oder $m = \sqrt{\frac{r}{R}}$ ist.

Das Modell der elektro-magnetischen Haspel bietet dem Strom nur einen geringen Widerstand dar. Hier erlangt man denn auch die gröfste Wirkung durch Anwendung eines einfachen Elements, und in der That läfst die Schnelligkeit und Regelmäfsigkeit der Bewegung nichts zu wünschen übrig. Das Modell ist aber zu klein und zu unvollkommen, um aus dessen Wirkung ein bestimmtes Resultat ableiten zu können. Es scheint mir jedoch, dafs die *parallele* Bewegung der Stäbe einigen Vortheil mit sich bringe. Man wird mir einwerfen, dafs die Stäbe nicht sehr dicht an einander gebracht werden können, weil für die Windungen ein hinlänglicher Abstand zwischen beiden bleiben mufs. Vielleicht ist dieser Einwurf gegründet, obgleich man nicht vergessen darf, dafs die Windungen selbst, die der elektrische Strom durchläuft, wechselsweise eine Anziehung und Abstofsung ausüben. Sollte sich aber ergeben, dafs diese Wirkung nicht genügend sey, um den aus dem gröfseren Abstand der Stäbe entspringenden Nachtheil aufzuwiegen, so könnte man die letzteren an den Enden hufförmig umbiegen, wie in Fig. 4 Taf. II, wodurch die Pole so nahe wie möglich und parallel an einander vorbei geführt werden. Diese Einrichtung ist gewifs vollkommener, als die von zwei Hufmagneten, mit welcher Davenport die gröfsten Maschinen (*the largest machinery*) forttreiben will.

Wird nun diese elektro-magnetische Haspel ein Mal dazu dienen können, die Axen unserer Fabriken in Bewegung zu setzen? Werden wir den Wagen des Hrn. Stratingh blofs auf den Tischen unserer Hörsäle oder vielleicht noch auf der Strafse von Amsterdam nach Harlem fahren sehen? Kurz ist es möglich, durch den Elektro-

Magnetismus, wenn auch nur in einzelnen Fällen, den Dampf zu ersetzen, und wenn dem so ist, wird der Ersatz mit einigem Vortheil gepaart seyn?

Ich glaube, dafs, um diese Frage bestimmt und gründlich zu beantworten, der Wissenschaft, vor wie nach, die nöthigen Data fehlen. Inzwischen ist schon viel gethan, was zu einer vollständigen Lösung der Aufgabe dienen kann, und das Fehlende kann durch fernere Versuche leichtlich ausgefüllt werden. Die Versuche müssen aber einigermafsen im Grofsen angestellt werden, und übersteigen dadurch die Mittel, über welche die meisten unserer Physiker zu gebieten haben. Allein die Art der Untersuchung kommt mir nicht unmöglich vor, und ich glaube, dafs man für ein Paar tausend Gulden die Sache vollkommen in's Reine bringen könnte. Sicher ist der Gegenstand belangreich genug, um einige Unterstützung seitens der Regierungen zu verdienen. Der Kaiser von Rufsland hat bereits ein Vorbild gegeben, das Nachahmung verdient, und wenn die Kenntnifs und der Eifer der russischen Gelehrten dem überreichen Schutz ihres Monarchen entsprechen, haben wir von dort bald etwas Treffliches zu erwarten. Betrachten wir indefs die Art der Aufgabe etwas näher.

Bei der Anwendung, sowohl des Dampfs als des Elektro-Magnetismus, hat man *Wasser* nothwendig; im ersten Fall wird es *verdampft*, im letzteren *zersetzt*. Zur Verdampfung gebraucht man *Wärme*, und folglich Kohlen, Holz, Brennstoff, — zu der Zersetzung ist *chemische Wirkung* erforderlich, und hiezu Zink. Die Frage ist nun, auf welchem Wege man die gröfste Kraft mit den geringsten Kosten hervorbringen könne.

Wie viel Pfund Zink sind erforderlich, um eine Maschine von der Kraft eines, zehn oder hundert Pferden zu betreiben?

Das ist die Lebensfrage des Elektro-Magnetismus, und so lange sie nicht beantwortet ist, sind alle Hoff-

nungen und Schlüsse, die man *für* und *gegen* die Sache anführt, nur eitel und verführerisch. Ist aber einige Hoffnung da, zur Lösung der Aufgabe zu gelangen? Ich glaube ja. Das Gewicht Zink, welches nöthig ist, um einer bestimmten Masse Eisen eine bestimmte Magnetkraft zu geben, mufs eben so gut zu bestimmen seyn, als man das Gewicht Kohlen berechnen kann, das erfordert wird, um eine bestimmte Menge Wasser auf einen bestimmten Grad zu erhitzen. Sehen wir kurz, was man bereits weifs und was noch gefunden werden mufs, um die Frage auf eine vollständige und entscheidende Weise zu beantworten.

Die Menge Zink, die in einer gegebenen Zeit aufgelöst wird, steht im geraden Verhältnifs der Intensität des Stroms, und folglich im umgekehrten der gesammten Länge der Kette.

Dieser Grundsatz folgt aus dem Gesetz der festen Elektrolysation von Faraday, verbunden mit den Versuchen von Pouillet [1]). Ich spreche hier allein von dem Zink, das voltaisch oxydirt wird, wie der Fall ist, wenn chemisch reines Zink angewandt wird. Nur dieser Theil allein bringt einen elektrischen Strom in der Kette hervor. Das Uebrige geht verloren, ohne Nutzwirkung, es sey denn, dafs man sich Wasserstoff auf Kosten von Zink verschaffen wollte. Bei dem gewöhnlichen, im Handel vorkommenden Zink findet demnach ein grofser Verlust statt, den man indefs durch Amalgamation der Platten bedeutend verringern kann. Dieser Verlust hängt ganz von der Zusammensetzung des Metalls und der Natur der Oberfläche ab; er beträgt zuweilen 10 und 12 Mal mehr als die Menge Zink, welche voltaisch oxydirt wird, und dadurch Elektricität in die Kette bringt. Man wird also vor allem auf die Beschaffenheit des Zinks genau zu achten haben.

Wenn man nun die Menge Zink kennt, die nöthig

1) Becquerel's *Traité*, *T. V p.* 280. (Ann. Bd. XXXXII S. 303.)

ist, um in einer Kette von bestimmter Länge, während einer gegebenen Zeit, einen Strom von bestimmter Intensität zu unterhalten, so kann man, durch bekannte Grundsätze, das Gewicht Zink berechnen, das zur Hervorbringung eines Stroms von anderer Intensität in einer anderen Kette erfordert wird. Hiemit wird dann bereits ein bedeutender Theil der Frage beantwortet seyn.

Ferner mufs man wissen, auf welche Weise die Magnetkraft, die man zu erhalten wünscht, von der erregten Elektricität abhängt. Die Magnetkraft wird bestimmt:

1) Durch die Beschaffenheit und die Abmessungen des Eisens, welches man magnetisiren will.

2) Durch die Anzahl der Windungen.

3) Durch die Intensität des Stroms, der die Windungen durchläuft.

Wenn *derselbe* Elektromagnet nach einander mit verschiedenen Elektromotoren verbunden wird, ist die *Tragkraft*, welche das Eisen erlangt, *im geraden Verhältnifs der Intensität des Stroms.* Dieser Satz folgt auf eine entscheidende Weise aus den Versuchen von Jacobi. Weifs man also, wie viel das Eisen durch Wirkung eines bestimmten Elektromotors trägt, so kann man daraus das Gewicht berechnen, welches derselbe Elektromagnet unter dem Einflufs eines anderen Elektromotors tragen wird. Kennt man sonach den Widerstand des Elements und der das Eisen umgebenden Spirale, so ist ein einfacher Versuch genügend, um das Maximum der Tragkraft diesem bestimmten Elektromagneten zu geben; man erhält diefs Maximum, wenn man den Widerstand des Elements $=0$ setzt. Auf diese Weise bestimmt man die Magnetkraft *desselben* Stücks Eisen, das mit *derselben* Spirale umwunden ist; und wobei allein der Elektromotor verändert worden.

Man nehme nun zwei Stücke Eisen, die in allem vollkommen gleich, aber mit verschiedenen Spiralen umgeben sind,

[redacted]

sind, und lasse durch beide *denselben* elektrischen Strom gehen: auf welche Weise wird nun die Magnetkraft von der Art der Windungen abhängen? Diefs ist, so viel ich weifs, noch nicht untersucht, aber höchst wahrscheinlich werden hier dieselben Gesetze gelten, welche Lenz für die umgekehrten magneto-elektrischen Wirkungen gefunden hat [1]). Ist diefs der Fall, wie es scheint, so dürfen wir folgenden Satz annehmen:

»Wenn zwei gleiche Stücke Eisen mit verschiedenen Spiralen, durch die *derselbe* Strom geht, umwunden sind, *so ist die entwickelte Magnetkraft im geraden Verhältnifs zur Anzahl der Windungen, und unabhängig von der Dicke, der Weite oder der Substanz dieser Windungen.*« Diese letzteren üben nur in sofern einen Einflufs auf die hervorgebrachte Magnetkraft aus, als sie die Intensität des Stroms verändern; und diese Veränderung läfst sich in jedem Fall berechnen.

Auf diese Weise kann man für *dasselbe* Stück Eisen die Veränderung der Tragkraft bestimmen, wenn beide, die Spirale und der Elektromotor, verändert werden.

Aber nun bleibt noch eine wichtige Frage zu beantworten übrig: »Wenn man *dieselbe* Spirale und *denselben* Elektromotor gebraucht: wie wird dann die entwickelte Magnetkraft von der Länge, Dicke und Beschaffenheit des Eisens abhängen?

Für die Beantwortung dieser Frage ist noch nichts gethan; zwar hat man gefunden, dafs zwischen der Länge und Dicke der Stäbe ein gewisses Verhältnifs besteht, bei dem man die gröfste Nutzwirkung erhält; allein die Gesetze, durch welche das Verhältnifs bestimmt wird, sind noch alle aufzusuchen. — Auf diesen Punkt mufs demnach die Aufmerksamkeit zuerst gerichtet werden. Anlangend die Beschaffenheit, durch welche das Eisen mehr oder weniger zu temporären Magneten geschickt wird, so scheint diese hauptsächlich durch den Kohlen-

1) Poggendorff's Annalen, 1835, Bd. XXXIV S. 385.

stoffgehalt bestimmt zu werden. Gegossenes Eisen, das den meisten Kohlenstoff enthält, ist völlig unbrauchbar. Was die Abmessungen der Stäbe betrifft, so wird man wahrscheinlich auch hier zu einem einfachen Resultat gelangen, und so die Aufgabe lösen können:

Gegeben ist eine gewisse Menge Eisen von bestimmter Beschaffenheit, wie viel Stäbe muſs man davon machen, wie groſs müssen diese Stäbe seyn, mit wieviel Draht hat man sie zu umwinden, und wasfür einen Elektromotor muſs man anwenden, um mit einem Minimum von Zink die Summe der erregten Magnetkraft zu einem Maximum zu erheben.

Hiebei wird man auch besonders die Vortheile, welche Einige den *hohlen* Stäben zuschreiben, untersuchen müssen, und das nicht bloſs, wenn sie in Ruhe sind, sondern auch, wenn sie, wie bei den elektro-magnetischen Maschinen der Fall ist, mit einer gewissen Geschwindigkeit bewegt werden.

Endlich bleibt noch ein wichtiger Punkt zu untersuchen. Es kommt darauf an, die erregte Magnetkraft als bewegende Kraft zu gebrauchen. Man muſs wissen, wie viel Pfund auf diese Weise in einer gegebenen Zeit auf eine gegebene Höhe gebracht werden können. Klar ist, daſs es hier nicht auf die Tragkraft des Magneten ankommt, wohl aber auf die Anziehung und Abstoſsung, die in die Ferne ausgeübt wird. Wenn zwei Magneten von bestimmter Gestalt und Kraft, d. h. die unter dem Einfluſs des Erdmagnetismus eine bestimmte Anzahl Schwingungen vollbringen, einander, es sey rechtwinklich oder parallel, genähert werden, — mit welcher Kraft werden sie auf einander wirken, welches Gewicht ist erforderlich, die Anziehung oder Abstoſsung aufzuheben? Wie hängt das Gewicht von dem gegenseitigen Stand der Magnete ab? Auch dieser Punkt kann durch Versuche aufgeklärt und dadurch die *bewegende Kraft* bestimmt werden, die sich durch eine gegebene *Magnetkraft* hervorbringen läſst.

So wird man dann alle Elemente besitzen, die zu einer gründlichen Beantwortung der vorgelegten Frage führen müssen. Man wird wissen:

1) Wie die bewegende Kraft von der erregten Magnetkraft abhängt.

2) Wie die Magnetkraft durch die entwickelte Elektricitätsmenge bestimmt wird.

3) Wie die entwickelte Elektricitätsmenge mit der verbrauchten Zinkmenge zusammenhängt.

Mehr ist zur Lösung der Aufgabe, die wir die Lebensfrage des Elektromagnetismus genannt haben, nicht nöthig: » *Wie viel Pfund Zink werden erfordert, um eine Kraft von einer, zehn, hundert Pferdekräften hervorzubringen?*

Ich habe den Gang der Untersuchung nur flüchtig angedeutet. Mögen geschicktere Physiker und die über gröfsere Hülfsmittel zu gebieten haben, diese Lücken in unseren Kenntnissen ausfüllen, damit sowohl die günstigen als die ungünstigen Vorurtheile durch hellere und genauere Begriffe verdrängt werden. Und sollte es sich ergeben, dafs diese neue Kraft keine Schiffe und keine Wagenzüge in Bewegung setzen kann, sollte ihre Nutzwirkung auch nicht in *dynames*, sondern nur in *millidynames* berechnet werden müssen, auch dann würde sie, in unendlich vielen Fällen, eine nützliche Anwendung finden können. Es kommt nur darauf an zu wissen, ob es ein *wohlfeiles* Bewegungsmittel seyn werde. Die Dampfkraft kann nur dann mit Vortheil angewandt werden, wenn es grofse Lasten zu bewegen giebt. Eine Dampfmaschine, welche die Arbeit eines Mannes z. B. verrichten sollte, wäre ein sehr unnützes Werkzeug, und doppelt würde sie es seyn, wenn man sie nicht fortdauernd, sondern nur dann und wann, mit Unterbrechungen, gebrauchen wollte. Gerade dann, bei kleineren Maschinen, würde man den Elektro-Magnetismus in vielen Fällen anwenden können. Solch eine Maschine

ist rasch in Thätigkeit gesetzt; so wie das Zink in die Flüssigkeit getaucht wird, beginnt ihre Wirkung; sie hört auf, so wie man das Zink herauszieht. Es findet hier, weder zuvor noch hernach, ein Verlust statt; jeder Gran Zink, der voltaisch oxydirt wird, bringt seine Wirkung hervor; die Maschine kostet nichts oder sie thut etwas dafür. Wie viele Fälle sind nicht denkbar, selbst zum gewöhnlichen Hausbedarf, in denen man eine Nutzanwendung von solch einer Kraft machen könnte! Die Frage ist nur die: *Kann man wohlfeiler mit Menschen oder mit Magneten arbeiten?*

Mögen diese Betrachtungen dazu beitragen, die Theilnahme allgemeiner auf diesen Gegenstand zu richten! Mit diesem Wunsch nehme ich Abschied von meinen Lesern, nachdem ich zuvor noch folgenden Versuch mitgetheilt haben werde.

Der Hufmagnet, der unserem städtischen Athenaeum gehört, trägt gewöhnlich 5 Pfund holl. Ich schlug um den Anker einige Windungen Kupferdraht und liefs einen Strom durchgehen, der das Eisen im gleichen Sinne polarisirte, wie der Hufmagnet; nun zog dieser gemächlich 8 Pfund. Wurde der Strom umgekehrt, so fiel der Anker mit drei Pfund ab. Offenbar würde ich mit einem stärkeren Elemente und einer gröfseren Anzahl Windungen den Anker durch sein eigenes Gewicht habe fallen machen können. Dieser Versuch lehrt nun zwar nichts Neues, das Resultat liefs sich leicht vorhersehen; allein dennoch scheint er mir nicht unwichtig zu seyn, indem dadurch die Einerleiheit des Elektro-Magnetismus mit der Kraft, die von Natur dem Magnetstein eigen ist, und dem Stahl sich mittheilen läfst, vollkommen bewiesen wird. Es ist nicht möglich die eine Kraft unmittelbarer in Einklang und Gegensatz mit der anderen zu bringen. Früher hat man zwar den elektrischen Strom um einen Hufmagneten geleitet, um dadurch die Kraft des letzteren, je nach der Richtung des Stroms, zu ver-

stärken oder zu schwächen; allein man erhielt ein negatives Resultat, weil der Stahl für den temporären Magnetismus unempfänglich ist. Ich weiſs indeſs nicht, daſs Jemand auf diese Weise den Elektro-Magnetismus des Ankers gegen den Magnetismus des Stahls hat wirken lassen. Ueberdieſs ist es ein leichtes Mittel die Tragkraft eines Magneten zu verstärken, rascher und bequemer, als dadurch, daſs man das Gewicht von Zeit zu Zeit durch einige Hagelkörner vermehrt. Es ist billig anzuerkennen, daſs ich die Idee zu diesem Versuche dem gegenwärtigen Vorsitzer unserer Naturforschenden Gesellschaft, Hrn. S. van Delden, verdanke.

V. *Neue Beobachtungen über die Volta'sche Polarisation fester und flüssiger Leiter; von C. F. Schönbein.*

In meiner neulichst in den Annalen erschienenen Abhandlung über die Polarisation fester und flüssiger Leiter habe ich mir, wie sich der Leser noch erinnern wird, die Frage gestellt, ob der unter dem Einfluſs eines Stromes erlangte polare Zustand der Elektroden, oder vielmehr deren Fähigkeit, einen secundären Strom zu erregen, nicht darin begründet seyn könnte, daſs die Bestandtheile eines Elektrolyten, z. B. die des Wassers oder der Salzsäure, um die Poldrähte sich angehäuft befänden. Ich fragte mit anderen Worten: ob die secundären Ströme der Elektroden nicht eine gewöhnliche chemische Action, z. B. die Verbindung des am negativen Poldraht haftenden Wasserstoffs mit dem am positiven Pole sich befindenden Sauerstoff oder Chlor, zur Ursache hätten. Die gleiche Frage erhob ich in Beziehung auf den Grund der secundären Ströme, erregt durch die,

einer Stromwirkung ausgesetzt gewesenen elektrolytischen Flüssigkeiten. Indem ich nun in festen und flüssigen Leitern elektromotorisches Vermögen hervorrufen konnte durch Ströme von so geringer Intensität, dafs letztere nicht mehr im Stande waren, selbst das so leicht zersetzbare Jodkalium merklich zu elektrolysiren, und indem ich mich auf die Behauptung Faraday's stützte, welcher zufolge sehr schwache Ströme durch Elektrolyten gehen können, ohne diese auch nur spurenweise zu zersetzen, so hielt ich mich für berechtigt, vorhin erwähnte Fragen im verneinenden Sinne zu beantworten. Allein es läfst mit allem Rechte fragen, welches denn das Merkmal sey, aus dem mit Sicherheit sich abnehmen lasse, dafs ein Strom durch einen Elektrolyten gegangen, ohne diesen auch nur im geringsten Maafse zerlegt zu haben. Niemand wird wohl behaupten wollen, dafs wenn an den Elektroden keine Bläschen von Sauerstoff und Wasserstoff sichtbar auftreten, defswegen auch keine Wasserzersetzung stattfinde, oder dafs Jodkalium nicht mehr elektrolysirt werde, wenn Stärkmehl am positiven Pole für unser Auge unverändert bleibt. Es ist in der That sehr wohl möglich, dafs die durch den Strom an den Elektroden ausgeschiedenen Bestandtheile des zersetzten Elektrolyten der Menge nach so unbedeutend sind, dafs dieselben weder unmittelbar sinnlich, noch durch die Mithülfe eines chemischen Reagenz sich wahrnehmen lassen, und doch in gehöriger Quantität vorhanden, um durch ihre chemische Wiedervereinigung einen mefsbaren Strom zu erregen. Ich brauche in letzter Beziehung nur an dasjenige zu erinnern, was Faraday über die Menge der Elektricität angiebt, welche durch die Oxydation eines einzigen Granes Zink entbunden wird, wie auch an den Umstand, dafs die durch sehr schwache Ströme polarisirten Elektroden oder Elektrolyten auch nur äufserst schwache secundäre Ströme liefern.

Die angedeutete Möglichkeit sowohl, als auch der

Grundsatz, daſs einer neuen Erscheinung keine eigene Ursache untergelegt werden darf, wenn jene aus einem bekannten Grunde erklärlich ist, veranlaſsten mich, eine Reihe neuer Versuche anzustellen, die den Zweck hatten, den Quell der secundären Ströme noch genauer, als geschehen, zu erforschen, und namentlich auszumitteln, ob derselbe nicht in einer gewöhnlichen chemischen Action begründet liege. Diese Versuche, ich muſs dieſs gleich im Anfange bemerken, haben viele Aehnlichkeit mit denen, welche vor Kurzem von Matteucci und Peltier der Pariser Academie mitgetheilt wurden, von welchen ich aber bis jetzt nichts Näheres weiſs, als was das *Echo du monde savant* darüber seinen Lesern berichtet hat. Es weichen aber auch meine Resultate in mehrfacher Beziehung von denen des italiänischen und französischen Naturforschers, so weit dieselben mir bekannt sind, wesentlich ab, weshalb ich es nicht für überflüssig erachte, die Ergebnisse meiner eigenen Untersuchungen in den Annalen etwas umständlich niederzulegen. Wie die Folge lehren wird, sind dieselben von der Art, daſs ihnen einiges wissenschaftliches Interesse kaum abgehen dürfte, und daſs sie die dermaligen Gränzen unserer Kenntnisse von der Volta'schen Thätigkeit, wenn nicht bedeutend, doch in Etwas erweitern.

Zunächst folge nun die Angabe der wichtigsten von mir ausgemittelten Thatsachen, welche sich auf den in Frage stehenden Gegenstand beziehen.

1) Werden Platindrähte, welche kürzere oder längere Zeit, entweder in reinem Wasser oder in Wasser mit Schwefelsäure oder Salzsäure versetzt, als Elektroden gedient haben, in einer Weingeistlampe bis zum Rothglühen erhitzt, so verlieren sie hiedurch ihr elektromotorisches Vermögen, möge der Strom, der letzteres hervorgerufen hat, stark oder schwach gewesen, möge derselbe Jodkalium, Salzsäure, Wasser etc. merklich elektrolysirt haben oder nicht.



2) Wird ein positiv polarisirter Platindraht nur auf einen Augenblick in eine Chlor- oder Bromatmosphäre gebracht, so erscheint dessen elektro-motorische Kraft völlig vernichtet.

3) Wird ein positiv polarisirter Platindraht in eine Atmosphäre von Sauerstoffgas gestellt, so verliert derselbe ebenfalls seine Polarität; damit aber diese Wirkung eintrete, ist nöthig, dafs der Draht etwas länger in dem genannten Gase verweile, als im Chlor.

4) Ein negativ polarisirter Platindraht verliert seine elektro-motorische Kraft, wenn man denselben einige Secunden lang in einer Wasserstoffatmosphäre stehen läfst [1]).

5) Ein Platindraht, sey er positiv, sey er negativ polarisirt, scheint in seiner elektro-motorischen Beschaffenheit keine Veränderung zu erleiden, wenn er in die Atmosphäre einer Luftart gebracht wird, welche chemisch weder auf den Wasserstoff noch auf den Sauerstoff bei Anwesenheit von Platin wirkt.

6) Wird ein Platindraht nur auf wenige Secunden in Wasserstoffgas getaucht, so erlangt er alle Eigenschaften eines positiv polarisirten Drahtes.

7) Gold- und Silberdrähte erlangen kein elektro-motorisches Vermögen, wenn man sie in vorhin genanntes Gas (Wasserstoff) bringt.

8) Ein Platindraht in Sauerstoffgas gebracht, wird nicht negativ polarisirt, eben so wenig Gold und Silber.

9) Platin, Gold und Silber nur für einige Augenblicke in gasförmiges Chlor gebracht, nehmen die elektro-motorische Beschaffenheit eines elektro-negativ po-

1) Um Mifsverständnisse zu vermeiden, mufs hier bemerkt werden, dafs unter positiv polarisirt ein Draht zu verstehen ist, der als negative Elektrode innerhalb schwefelsäurehaltigen Wassers gedient hat, und unter negativ polarisirt ein Draht, welcher innerhalb derselben Flüssigkeit die Rolle der positiven Elektrode gespielt.

larisirten Drahtes an. Bromgas übt die gleiche Wirkung auf die genannten Metalle aus.

10) Wird Wasser (durch etwas Schwefelsäure leitender gemacht) mit Wasserstoffgas geschüttelt, diese Flüssigkeit in eine, unten mit einer Blase verbundenen Glasröhre gebracht, letztere in ein gläsernes Gefäfs gestellt, das ebenfalls gesäuertes, aber wasserstofffreies Wasser enthält, und verbindet man beide Flüssigkeiten mit dem Galvanometer durch Platindrähte, so erhält man einen Strom, der von der Wasserstofflösung zur andern Flüssigkeit geht. Es verhält sich, mit anderen Worten, erstere zur letzteren, wie Zink zu Kupfer oder wie positiv zu negativ; bestehen aber die beiden Verbindungsdrähte aus Gold oder Silber, anstatt aus Platin, so liefern besagte Flüssigkeiten auch nicht den allerschwächsten Strom.

11) Wird der Versuch ganz unter denselben Umständen, wie bei 10. bemerkt, angestellt, nur mit dem Unterschied, dafs die eine Flüssigkeit Sauerstoff, anstatt Wasserstoff, aufgelöst enthält, so erhält man keinen Strom, seyen die Verbindungsdrähte aus Platin, Gold oder Silber.

12) Führt man den Versuch ebenfalls unter den bei 10. erwähnten Umständen aus, und enthält die eine Flüssigkeit etwas Chlor oder Brom, anstatt Wasserstoff, aufgelöst, so verhält sich das chlorhaltige Wasser zu dem chlorfreien wie Kupfer zu Zink, mögen die Flüssigkeiten mit dem Galvanometer durch Platin-, Gold- oder Silberdrähte verbunden seyn.

13) Setzt man der Wasserstofflösung eine gehörige Menge wäfsriges Chlor oder Brom zu, so verliert sie das bei 10. angeführte elektro-motorische Vermögen; wird umgekehrt die Chlor- oder Bromlösung mit derjenigen des Wasserstoffs in gewisser Quantität versetzt, so verliert jene die bei 12. erwähnte Eigenschaft, einen Strom zu erregen.

14) Behandelt man negativ polarisirte Salzsäure oder Hydro-Bromsäure mit der gehörigen Menge Wasserstofflösung, so wird hiedurch der elektromotorische Charakter der Säure zerstört [1]).

15) Läfst man durch schwefelsäurehaltiges Wasser (enthalten in einer Schenkelröhre) den Strom einer Säule gehen, so liefert diese Flüssigkeit nur in dem Falle einen secundären Strom, oder erscheint polarisirt, wenn dieselbe vermittelst Platindrähte mit dem Galvanometer in Verbindung gesetzt wird. Bei Anwendung von Gold- oder Silberdrähten als Verbindungsmittel mit dem Multiplicator wird die Nadel dieses Instrumentes auch nicht im Mindesten afficirt.

16) Stellt man den Versuch wie bei 15 erwähnt an, nimmt aber, statt schwefelsäurehaltigen Wassers, verdünnte Salzsäure, so erhält man von letzterer einen secundären Strom, seyen die Verbindungsdrähte aus Platin, Gold oder Silber.

Gehen wir jetzt, nach Aufzählung der Thatsachen, zur Erörterung derselben über, und ziehen wir aus ihnen alle die Folgerungen, welche sie zulassen.

Die unter 1. angeführte Thatsache ist offenbar der Annahme günstig, dafs die Polarität der Elektroden von an ihnen hängendem Wasserstoff oder Sauerstoff herrühre; denn wenn diese Elemente wirklich die Ursache der elektro-motorischen Beschaffenheit der Elektroden sind, so müssen jene von diesen durch die Glühhitze entfernt werden. Indessen liefs es sich immer noch als möglich denken, dafs die Ursache der elektro-motorischen Beschaffenheit der Elektroden eine andere als die bezeichnete wäre, und die Glühhitze dennoch polaritätszerstörend wirkte. Gemäfs dem unter 2. Gesagten vernich-

1) Sind zwei durch ein Membran von einander getrennte Zellen mit Salzsäure gefüllt und geht durch diese Flüssigkeit ein Strom, so nenne ich die Säure derjenigen Zelle negativ polarisirt, welche mit dem positiven Pol der Säule in Verbindung steht.

tet Chlor augenblicklich den positiv polaren Zustand eines Platindrahtes. Nehmen wir nun an, es hafte an dem positiv polarisirten Drahte eine dünne Schicht von Wasserstoff, so erklärt sich die Wirkung des Chlors auf die allergenügendste Weise; es bildet sich unter den angegebenen Umständen Salzsäure und jede Spur freien Wasserstoffs verschwindet, damit nothwendig aber auch das elektro-motorische Vermögen des Drahtes. Ueber die bei 3. erwähnte Thatsache läfst sich das Gleiche sagen; unter dem bekannten Einflufs des Platins verbindet sich der an diesem Metalle haftende Wasserstoff mit dem Sauerstoff zu Wasser. Dafs letzterer die Polarität nicht so schnell wie Chlor zerstört, hat in der langsameren Action des Sauerstoffs auf den Wasserstoff seinen Grund. Wenn nach 4. ein negativ polarisirter Platindraht innerhalb einer Atmosphäre von Wasserstoffgas sein elektromotorisches Vermögen verliert, so wird diese Thatsache vollkommen durch die Annahme erklärt, dafs der das Metall umgebende Sauerstoff mit Wasserstoff zu Wasser sich vereinigt. Wir werden indessen später es wahrscheinlich machen, dafs die negative Polarität der positiven Elektrode noch in etwas anderem als in einer Schicht von Sauerstoff ihren Grund haben könnte. Vor der Hand wollen wir noch von dieser Annahme ausgehen. Die unter 5. angeführte Thatsache spricht ebenfalls zu Gunsten der Ansicht, dafs die Ursache des polaren Zustandes der Elektroden in Wasserstoff und Sauerstoff liege, welche an denselben hängen; zur völligen Gewifsheit scheint diese Voraussetzung durch das Factum erhoben zu werden, das unter 6. aufgeführt ist. Wenigstens scheint durch letzteres unwiderleglich bewiesen zu seyn, dafs die positive Polarität der negativen Elektrode von Wasserstoff herrühre. Ein Platindraht, der nicht als negativer Pol gedient, nicht dem Einflufs eines Stromes irgendwie unterworfen gewesen ist, erlangt durch den Umstand allein, dafs er nur wenige Secun-

den mit Wasserstoffgas in Berührung gestanden, alle Volta'schen Eigenschaften eines positiv polarisirten Drahtes. Welcher Schlufs ist daher wohl bündiger als der, dafs die positive Polarität des negativen Poldrahtes in Wasserstoff ihren Grund habe? Auffallend mufs der Umstand erscheinen, dafs, gemäfs dem bei 8. Angeführten, Platin, in eine Sauerstoffatmosphäre gebracht, nicht einen elektro-negativen Charakter annimmt. Mir wenigstens hat es noch nicht gelingen wollen, mit dem genannten Metalle, das dem Einflusse des Sauerstoffgases ausgesetzt gewesen, auch nur den allerschwächsten Strom zu erhalten, während dasselbe die Galvanometernadel sehr bedeutend afficirt, nachdem es nur wenige Secunden als positive Elektrode innerhalb schwefelsäurehaltigem Wasser functionirt hat. Scheint aus dieser Thatsache nicht zu folgen, dafs Sauerstoff nichts mit der negativen Polarität der positiven Elektrode zu thun hat? Es ist ferner unter 7. bemerkt, dafs Gold- und Silberdrähte in Wasserstoffgas nicht elektropositiv werden, und doch ist Thatsache, dafs wenn diese Metalle innerhalb schwefelsäurehaltigem Wasser die Rolle der negativen Elektrode nur auf wenige Secunden gespielt haben, sie merklich positiv polarisirt erscheinen. Scheint hieraus nicht ebenfalls hervorzugehen, dafs der Wasserstoff nicht die wahre Ursache der positiven Polarität ist? Man mufs gestehen, dafs die beiden zuletzt angeführten Thatsachen die Richtigkeit derjenigen Folgerungen wieder in Zweifel stellen, welche wir aus früher angeführten Facten gezogen haben. Weiter unten, bei einer pafslichen Gelegenheit, werden wir wieder auf diese Widersprüche zurückkommen und dieselben zu deuten suchen.

Unterwerfen wir jetzt die unter 10. berichtete Thatsache einer näheren Erörterung. Der dort beschriebene Versuch wurde zunächst in der Absicht angestellt, um auszumitteln, ob das positiv polarisirte Wasser (siehe die letzte Note zu diesem Aufsatze) seinen elektro-motorischen Charakter in ihm gelösten Wasserstoff verdanke.

Das Resultat des Versuches spricht durchaus zu Gunsten dieser Ansicht; denn Wasser, das nur Spuren von Wasserstoff aufgelöst enthält, verhält sich zu gewöhnlichem Wasser positiv; es ist also wasserstoffhaltiges Wasser, dem durch einen Strom positiv polarisirten Wasser in elektro-motorischer Beziehung vollkommen gleich. Merkwürdig mufs aber der Umstand erscheinen, dafs eine Wasserstofflösung mit gewöhnlichem Wasser nur dann einen Strom erregt, wenn die beiden Flüssigkeiten durch Platin zur Kette geschlossen werden, und dafs sie nicht den allerschwächsten Grad von elektro-motorischem Vermögen besitzen, wenn man dieselben durch Gold- oder Silberdrähte leitend verbindet. Wie erklärt sich wohl das verschiedenartige Verhalten, welches die erwähnten Flüssigkeiten unter den angegebenen verschiedenen Umständen zeigen? Nach meinem Ermessen ganz einfach auf folgende Weise. Die Anwesenheit des Platins bestimmt die Vereinigung des Wasserstoffs mit dem Sauerstoff, welche Elemente in beiden beim Versuche dienenden Flüssigkeiten sich aufgelöst befinden. (Ich mufs hier beiläufig bemerken, dafs das gebrauchte Wasser nicht ausgekochtes war, also Luft, d. h. Sauerstoff, aufgelöst enthielt.) Diese chemische Action veranlafst Störung des elektrischen Gleichgewichts, und es mufs, bekannten Gesetzen gemäfs, der in Oxydation begriffene Körper (in dem vorliegenden Falle also die Wasserstofflösung) sich positiv verhalten. Gold und Silber besitzen bekanntlich das Vermögen nicht, die chemische Vereinigung des Wasserstoffs mit dem Sauerstoff zu bewerkstelligen; und eben in dem Mangel dieses Vermögens liegt es begründet, dafs die genannten Metalle, wenn sie als Schliefsungsmittel gebraucht werden, in den erwähnten Flüssigkeiten keinen Strom zu erregen im Stande sind. Sauerstoff und Wasserstoff bleiben blofs mechanisch gemengt. Das unter 15. angeführte Factum liefert für die Richtigkeit des so eben Gesagten einen weiteren Beleg; denn warum

sollte die dort erwähnte Flüssigkeit nur mit Platin einen Strom geben, und nicht auch mit Gold und Silber? Die bei 7. berichtete Thatsache kann uns nun, in einer Beziehung wenigstens, auch nicht mehr räthselhaft seyn; die Thatsache nämlich, dafs Gold und Silber, in Wasserstoff getaucht, nicht elektro-positiv werden. Ohne Zweifel legt sich um diese Metalle, wenn sie in eine Atmosphäre von Wasserstoff gebracht werden, eine Schicht dieses Gases; allein getaucht in sauerstoffhaltiges Wasser, vermögen sie keinen Strom zu erregen, weil sie die Vereinigung der Wasserelemente nicht zu bewirken vermögen. Für die chemische Theorie des Galvanismus sind die zuletzt besprochenen Thatsachen, wie meine Leser bereits eingesehen haben werden, von nicht geringer Wichtigkeit; denn sie liefern neue, und, wie mir scheint, äufserst schlagende Beweise für die Richtigkeit der in letzter Zeit wieder von einigen Seiten her so stark bestrittenen Lehre, dafs chemische Action eine Stromquelle und bei hydro-elektrischen Ketten die einzige sey. Würde durch den bloſsen Contact der bei 10. und 15. erwähnten Flüssigkeiten deren elektrisches Gleichgewicht wirklich gestört, so sollte man meinen, es müfste ein Strom entstehen, ob dieselben durch Platin oder aber durch Gold und Silber zur Kette geschlossen worden. Ja man würde sogar berechtigt seyn zu erwarten, dafs mit Gold oder Silber ein Strom erhalten werde, stärker als derjenige ist, den das Platin liefert, da jene Metalle bessere Stromleiter sind als dieses. Welchen Grund können nun wohl die Voltaisten für die Thatsache anführen, dafs Platin allein, und nicht auch Gold und Silber in dem fraglichen Falle das Auftreten eines Stromes verursachen? Wenn ich sagte, dafs ich im Sinne ihrer Hypothese durchaus keine Rechenschaft von der fraglichen Thatsache zu geben wüfste, so vermuthe ich vielleicht nur, dafs ich ihre Lehre nicht genau verstände.

Es ist jetzt Zeit auf die Schwierigkeiten zurückzu-

kommen, auf welche wir weiter oben gestoſsen sind, als wir die Frage zu beantworten suchten: warum Platin, in Sauerstoff getaucht, nicht negativ polarisirt werde, und warum Silber oder Gold nicht in den elektro-positiven Zustand trete, wenn man auf dieselben Wasserstoffgas wirken läſst; während doch jenes Metall negative Polarität als positive Elektrode annehme, und diese (Gold und Silber) positive Polarität, wenn sie als negative Elektroden gedient haben. Erörtern wir zunächst den ersten Fall. Wenn wir wirklich von der Annahme ausgehen, ein Platindraht, der in schwefelsäurehaltigem Wasser als positive Elektrode functionirt, behafte sich mit einer Schicht Sauerstoff, und besitze, in Folge dieses Umstandes, seine negative Polarität, so ist in der That schwer einzusehen, welche chemische Wirkung stattfinden soll, wenn ein solcher Draht in gewöhnliches, mit Schwefelsäure versetztes Wasser eintaucht, und mit einem anderen (gewöhnlichen) Platindraht und dem Galvanometer eine Kette bildet. Sollte etwa unter dem Einfluſs des Platins der an letzterem haftende Sauerstoff mit dem Wasser zu Wasserstoff-Hyperoxyd sich verbinden? Aber warum thut dieſs nicht ein gewöhnlicher Platindraht, der mit einer Sauerstoffhülle umgeben ist? Oder sollte vielleicht das Platin erst dadurch das Vermögen erlangen, die erwähnte Wasserstoff-Hyperoxydbildung zu bewerkstelligen, daſs es als positive Elektrode gedient hat. Unmöglich wäre die Sache nicht, und die Richtung des Stromes spräche zu Gunsten einer solchen Ansicht; aber es bietet sich eine weit wahrscheinlichere Art, das fragliche Phänomen zu erklären, dar; nämlich die folgende: Um den in die saure Flüssigkeit eintauchenden Theil des positiven Poldrahtes herum bildet sich während des Stromdurchganges eine Schicht von Wasserstoff-Hyperoxyd, indem sich nämlich ein Theil des nascirenden Sauerstoffs mit dem das Platin unmittelbar umgebenden Wasser verbindet. Vielleicht vereinigt sich

sogar aller durch den Strom ausgeschiedene Sauerstoff mit dem Wasser zu Hyperoxyd, und es wird dieses immer wieder durch die Anwesenheit des Platins in Sauerstoffgas und Wasser zerlegt. Sey dem aber wie ihm wolle, so ist die Bildung einer kleinen Partie von oxydirtem Wasser unter den angegebenen Umständen, so viel mir scheint, nichts weniger als eine unmögliche Sache. Giebt man aber die Bildung dieser Substanz zu, so ist damit auch die elektro-motorische Beschaffenheit der positiven Elektrode erklärt. Es ist nämlich eine bekannte Thatsache, und von mir selbst neulich auf eine unzweifelhafte Weise nachgewiesen worden, dafs ein mit Silberhyperoxyd versehener Platindraht gegen einen gewöhnlichen Draht dieses Metalles sich negativ verhält, mit anderen Worten, dafs das Hyperoxyd, indem es seinen Sauerstoff abgiebt, gegen das Medium, welches denselben erhält, negativ erscheint. Alle Metallhyperoxyde zeigen das gleiche Verhalten; wenn nun aber diefs der Fall ist, so wird wohl dasjenige des Wasserstoffs auch keine Ausnahme von der Regel machen, um so weniger, als eine solche im Widerspruche mit dem allgemeinen Erfahrungssatze stände, gemäfs welchem die Desoxydation einen Strom in Bewegung setzt, der Richtung nach demjenigen entgegengesetzt, der durch Oxydation veranlafst wird. Dem Gesagten zufolge müfste nun ein Platin- oder irgend ein anderer Draht, umgeben von einer Schicht Wasserstoff-Hyperoxyd und in Wasser tauchend, mit einem anderen gewöhnlichen Draht des gleichen Metalls eine Kette bilden, in welcher der Strom von letzterem Drahte durch die Flüssigkeit in den ersteren Draht ginge, d. h. es müfste ein Strom entstehen gleich dem, den die positive Elektrode wirklich erregt. Aus der Annahme, dafs ein negativ polarisirter Draht dadurch elektro-motorisch wirke, dafs das an ihm haftende Wasserstoff-Hyperoxyd sich zersetze, wird nun vollkommen begreiflich erstens, warum Platin eben so wenig als Gold

und

und Silber in einer Sauerstoffatmosphäre negative Polarität annehmen, zweitens warum eine Sauerstofflösung gegen gewöhnliches Wasser, wie diefs unter 11. gezeigt worden ist, in Volta'scher Hinsicht vollkommen indifferent sich verhält, welches auch die Natur des Metalles seyn mag, das beide Flüssigkeiten zur Kette schliefst, und endlich drittens, warum Gold eben sowohl als Platin als positive Elektrode negative Polarität erhält.

Noch haben wir die Frage zu beantworten, warum Silber- und Golddrähte in einer Wasserstoffgas-Atmosphäre nicht positiv polarisirt werden, da doch die gleichen Metalle diese elektro-motorische Beschaffenheit zeigen, nachdem sie als negative Elektroden gedient haben, das heifst, nachdem an ihnen Wasserstoff entwickelt worden ist. Da wir den Strom, den ein positiv polarisirter Golddraht zu erregen im Stande ist, ebenfalls in einer chemischen Action zu suchen haben, so fragt es sich, von welcher Art denn letztere sey. So viel wir bis jetzt wissen, kann das mit einer Wasserstoffschicht bedeckte Ende eines Drahtes, wenn in Wasser gebracht, auf diese Flüssigkeit keine andere chemische Reaction ausüben, als die ist, welche ein gewöhnlicher Draht des gleichen Metalles zeigt, und daher kann jener Draht, mit diesem und dem Wasser kettenartig combinirt, auch keinen Strom erregen. Sollte aber vielleicht das Gold oder Silber, nachdem sie als negative Elektrode functionirt haben, vorübergehend das von dem Platin habituell besessene Vermögen erlangen, die Vereinigung des an ihnen hängenden Wasserstoffs mit dem letzteren Elemente dargebotenen Sauerstoff zu bestimmen? Oder bildet sich etwa ein uns noch unbekanntes Wasserstoffsuboxyd, indem der an der negativen Elektrode im nascirenden Zustand auftretende Wasserstoff mit dem dort befindlichen Wasser sich vereinigt; und hat der secundäre Strom von dem negativen Gold- oder Silberpoldraht erregt, seine Quelle in der Zersetzung dieses Wasserstoffsuboxydes?

Ich halte letztere Ansicht für die wahrscheinlichere; zur völligen Gewifsheit läfst sich dieselbe freilich nur erst durch noch weiter fortgesetzte Untersuchungen erheben. Wie nun auf einen mit Wasserstoff-Hyperoxyd umgebenen (negativ polarisirten) Draht Wasserstoff, auf einen mit Wasserstoffsuboxyd bedeckten (positiv polarisirten) Draht Chlor, Brom und Sauerstoff depolarisirend einwirken, ist nach obigen Erörterungen leicht einzusehen.

Ich komme nun zur Erörterung der Thatsachen, welche unter 9. und 12. angeführt sind, und die, wie man leicht einsieht, im Wesentlichen von einander nicht sich unterscheiden. Auf welche Weise, frage ich zuerst, erregt eine wäfsrige Chlorlösung mit gewöhnlichem Wasser, durch eine Membran in Berührung stehend, einen Strom, wenn diese Flüssigkeiten durch Platin, Gold oder Silber zur Kette geschlossen werden. Man könnte auf den ersten Anblick hin glauben, das Chlor wirke chemisch auf das Metall; allein der Umstand, dafs der unter den angegebenen Verhältnissen entstehende Strom vom gewöhnlichen Wasser zur Chlorlösung geht, oder, was das Gleiche ist, dafs das Ende des Schliefsungsbogens, das in das blofse Wasser taucht, positiv sich verhält zu dem Ende des Bogens, das in die Chlorlösung reicht, läfst eine solche Ansicht durchaus nicht zu; denn es müsse, wäre letztere richtig, das Volta'sche Verhältnifs der beiden Bogenenden oder dasjenige der Flüssigkeiten zu einander gerade das Entgegengesetzte von dem seyn, das in der Wirklichkeit sich zeigt. Die chemische Action, welche in dem vorliegenden Falle das elektrische Gleichgewicht stört, findet statt zwischen dem Chlor und dem Wasser, und besteht darin, dafs ersteres mit dem Wasserstoff das letztere zu Salzsäure sich verbindet. Dafs der aus besagtem chemischen Vorgang resultirende Strom keine andere Richtung haben kann, als die vorhin bezeichnete, dafs, mit anderen Wor-

ten, das Chlor gegen Wasser negativ sich verhalten mufs, sieht Jeder ein, der mit den Grundsätzen der chemischen Theorie des Galvanismus bekannt ist. Voranstehende theoretische Erläuterungen machen es überflüssig in eine Erklärung der unter 9. angegebenen Thatsache, dafs Platin, Gold und Silber in einer Chloratmosphäre negativ polarisirt werden, einzutreten; denn es ist klar, dafs diese Metalle unter diesen Umständen sich mit einer Schicht Chlor bedecken, und dafs die vorhin näher bezeichnete chemische Wirkung dieses Elementes auf das Wasser es ist, welche den Strom erregt. Da die fragliche Action unabhängig von der Natur der Metalle ist, welche als Leitungs- oder Schliefsungsbögen dienen, so begreift sich leicht, warum Gold und Silber eben so gut negativ polarisirt werden als Platin, und warum bei dem unter 12. angeführten Versuch ein Strom erhalten wird, ob wir die dort erwähnten Flüssigkeiten mit dem Galvanometer durch Platindrähte, oder durch solche aus Gold und Silber bestehend verbinden. Ich kann nicht umhin, an diesem Orte auf die grofse Analogie aufmerksam zu machen, welche, in Beziehung auf elektro-motorisches Verhalten, zwischen den Hyperoxyden des Silbers, Bleies und Mangans, und dem Chlor und Brom stattfindet. Es verhalten sich in der That die von mir vor einiger Zeit in den Annalen beschriebenen Hyperoxydketten ganz so, wie die 12. erwähnte Chlor- oder Bromkette. In beiden Arten von Volta'schen Vorrichtungen wird auf ähnliche Weise Wasser zersetzt; es würde mich indessen zu weit führen, wenn ich hier eine genauere Vergleichung zwischen den in beiden Kettenarten stattfindenden chemischen Vorgängen anstellen wollte; ich behalte mir vor, diesen interessanten Gegenstand bei einem anderen Anlafs näher zu beleuchten. Die Hauptfolgerung, welche sich aus den bei 13. und 14. gemachten Angaben herleiten läfst, ist die, dafs die Polarität, welche die Salzsäure erlangt, indem man einen Strom

durch letztere gehen läfst, von freiem Chlor herrührt, das sich in der sauren Flüssigkeit aufgelöst befindet. Die unter 15. beschriebene Thatsache liefert den direktesten Beweis, dafs das Wasser durch einen Strom nicht auf die Weise polarisirt wird, wie ich diefs in meiner Abhandlung über die Polarisation etc. dargestellt habe. Würde im eigentlichen Sinne des Wortes das Wasser polarisirt, so müfste offenbar eben so gut ein secundärer Strom entstehen, wenn man die bei 15. erwähnte Schenkelröhre durch Golddrähte mit dem Galvanometer verbände, als diefs geschieht, im Falle die Verbindungsdrähte aus Platin bestehen. Vergleicht man den bei 16. erwähnten Versuch mit dem bei 12. angeführten, so wird man die Ueberzeugung gewinnen müssen, dafs auch die Salzsäure nicht durch einen Strom in einen wirklich polarisirten Zustand versetzt wird, wenn etwa die unter 13. und 14. aufgeführten Thatsachen noch nicht, als diefs hinreichend beweisend angesehen werden sollten.

Fassen wir nun die wichtigsten Ergebnisse voranstehender Untersuchung kurz zusammen, so lassen sie sich in folgenden Sätzen ausdrücken:

1) Es giebt keine eigentliche Volta'sche Polarisation weder der festen noch der flüssigen Leiter, und alle secundären Ströme, welche durch sogenannte polarisirte Körper erregt werden, haben ihre Quelle in einer gewöhnlichen chemischen Action, die entweder in einer Vereinigung von Stoffen, oder in der Zersetzung einer chemischen Verbindung besteht.
2) Die Ansicht Faraday's und anderer Physiker ist irrig, gemäfs welcher durch Elektrolyten sehr schwache Ströme gehen können, ohne dafs jene eine Zersetzung erleiden.
3) Bei Elektrolyten ist Stromleitung und Elektrolysation dieselbe Sache.
4) Das beste und sicherste Kennzeichen, an welchem das Stattgefundenhaben einer Elektrolysation erkannt

wird, ist der sogenannte polarisirte Zustand der Elektroden.

In einer eigenen Abhandlung werde ich später darthun, wie die secundären Säulen Ritter's, die Abnahme der Stärke des Stromes einer hydro-elektrischen Säule bei anscheinend gleich bleibender chemischer Thätigkeit, die sonderbaren, S. 60 bis 64 in No. 5, 1838, der Annalen von mir erwähnten Stromerscheinungen, und die von Fechner in No. 12, 1837, gedachten Veränderungen, welche manche Metalle durch Eintauchen in gewisse Flüssigkeiten erleiden, ihre Erklärung finden in den Thatsachen, die den Gegenstand der vorliegenden Arbeit ausmachen.

Zum Schlusse erlaube ich mir noch einige Bemerkungen zu machen über die Notizen von Pfaff, welche in No. 7, 1838, der Annalen enthalten sind. Hr. Pfaff hat das Recht auf seiner Seite, wenn er behauptet, dafs bei der Verbindung der Säuren mit Alkalien, der Säuren mit Wasser, der Alkalien mit Wasser, Ströme entstehen. Indessen ist die Sache von Becquerel und De la Rive schon längst aufser Zweifel gestellt, und Jeder, der ein sehr empfindliches Galvanometer hat, kann sich von der Richtigkeit dieses Erfahrungssatzes in jedem Augenblick überzeugen. Dafs Salpetersäure gegen Kalilösung sich positiv verhält, ist ebenfalls eine schon ziemlich lange bekannte Thatsache; eben so weifs man seit geraumer Zeit, dafs Ströme entstehen, wenn z. B. Salpetersäure mit Salpeterlösung, Phosphorsäure und mit der Lösung eines phosphorsauren Salzes, Salzsäure mit Kochsalzlösung etc. in Berührung gesetzt wird. Becquerel in seinem *Traité, T. II p.* 78—79, führt eine Reihe ähnlicher Thatsachen an. Merkwürdig ist nur, dafs Hr. Pfaff aus den nämlichen Facten einen Schlufs gegen die chemische Theorie des Galvanismus zieht, welche andere Physiker, z. B. Becquerel, als Argument für dieselbe geltend machen. Es dürfte indessen den ver-

diente Kieler Naturforscher in einige Verlegenheit gerathen, wenn von ihm die Führung des Beweises verlangt würde, dafs beim Zusammenbringen der Salpetersäure mit Salpeterlösung, der Salzsäure mit Kochsalzlösung etc. gar keine Art von chemischer Action zwischen den sich vermischenden Flüssigkeiten stattfinde. Die Annahme einer völligen chemischen Indifferenz zwischen derselben scheint mir eben so willkührlich als unwahrscheinlich. Unter den Thatsachen, die Hr. Pfaff, als mit der chemischen Theorie im Widerspruche stehend, anführt, befindet sich auch die, dafs eine Zinkkupfersäule, in welcher eine Lösung chemisch reinen schwefelsauren Zinkoxydes als flüssiger Leiter dient, einen Strom errege, und zwar einen stärkeren noch als der ist, den gewöhnliches Wasser liefert. Wenn Hr. Pfaff seine Versuche mit der erwähnten Säule nicht unter Umständen anstellte, unter welchen der atmosphärische Sauerstoff nicht gänzlich ausgeschlossen, namentlich aber die Metallsalzlösung von aufgelöster Luft völlig befreit worden war, so haben dieselben auch nicht einmal einen Schein von Beweiskraft zu Gunsten der Contacthypothese. Hätte nun die Säule vollends in der freien Luft gestanden, hätte also letztere fortwährend Sauerstoff an die getränkten Pappscheiben abgeben und überdiefs noch mit dem Zink in Berührung stehen können, so würde es nach der chemischen Theorie ein wahres Wunder gewesen seyn, wenn unter derartigen Umständen kein Strom sich gezeigt hätte. Dafs der Strom mit Zinkvitriollösung stärker war als der vermittelst Wasser erhaltene, hat seinen einfachen Grund darin, dafs jene ein besserer Stromleiter ist als diese. Ich gebe indessen zu, ja bin sogar davon überzeugt, dafs selbst dann noch ein Strom entstände, wenn von den festen und flüssigen Theilen der in Rede stehenden Säule auch jedes Atom freien Sauerstoffs ausgeschlossen wäre, und die Säule in einem absolut luftleeren Raum sich befände. Dieser Strom würde im Vergleich zu dem-

[redacted]

jenigen, den hier **Pfaff** beobachtet hat, aufserordentlich schwach seyn, und nur durch die empfindlichsten Galvanometer wahrgenommen werden können. Worin ein solcher schwacher Strom seinen Ursprung nimmt, habe ich anderswo nachzuweisen gesucht.

Da nach meinem Ermessen sämmtliche, in No. 7 der Annalen, von Hrn. **Pfaff** gegen die chemische Theorie der Säule vorgebrachten Einwände durchaus nicht als triftig gelten können, so wäre es im Interesse der Wissenschaft sehr zu wünschen, wenn der berühmte Verfechter der Volta'schen Hypothese seinen zurückgehaltenen Aufsatz über Contact-Elektricität der Oeffentlichkeit übergäbe; denn der Controverse über einen so wichtigen Gegenstand ist noch keinesweges zu viel. Hr. **Pfaff** mufs bedenken, dafs nur der Norden Europa's, und dieser selbst nur theilweise, elektrisch orthodox, d. h. Voltaisch, gesinnt ist, und dafs Frankreich, England, die Schweiz, ja ein grofser Theil des Vaterlandes von **Volta** den Ketzereien der chemischen Theorie huldigt. Wenn es nun wissenschaftliche Pflicht ist, einen Irrthum zu bekämpfen, und mit allen Kräften zu streben der Wahrheit den Sieg zu verschaffen, so dürfen sicherlich die Voltaisten die Hände noch nicht in den Schoofs legen; denn die Zahl ihrer Gegner ist Legion, und noch stets im Wachsen begriffen.

Es würde mir namentlich lieb seyn, wenn ein so ausgezeichneter Naturforscher, wie Hr. **Pfaff**, es für der Mühe werth hielte, einige meiner eigenen, in Beziehung auf die Theorie der Säule unternommenen Untersuchungen einer eigentlichen Erörterung zu unterwerfen. Sein Ausspruch: »**Schönbein** müht sich vergebens ab, ein dunkles Phänomen durch ein noch dunkleres mit seinen präparirten Eisendrähten aufzuklären,« klingt gar zu vornehm lakonisch. Ob ich gleich Hrn. **Pfaff**'s Eifer für die Wissenschaft und seine Verdienste um dieselbe mit Bereitwilligkeit anerkenne, so gilt mir derselbe so we-

nig, wie irgend ein anderer Mann, als unfehlbare wissenschaftliche Autorität, und deshalb, weil er kurzweg behauptet: ich mühe mich vergeblich ab, folgt noch nicht, dafs dem so sey. Ich unterwerfe mich jedem Urtheile, das sich auf triftige Gründe stützt, keinem aber, dem diese Unterlage fehlt, rührte es auch von der ersten wissenschaftlichen Notabilität her. Ich nehme es indessen Hrn. Pfaff durchaus nicht übel, wenn er auf meine schwachen Bemühungen, der chemischen Action ein elektro-motorisches Vermögen zu vindiciren, wenig oder keinen Werth legt. Er vertheidigt nun seit nahe 50 Jahren mit seltener Consequenz und Ausdauer den Gedanken eines grofsen Naturforschers, und betrachtet alle galvanischen Erscheinungen von dem Gesichtspunkte aus, auf den er sich als Jüngling gestellt. Kann man billigerweise verlangen, dafs er diesen nun verlasse und dasjenige als Irrthum erkläre, was er während eines halben Jahrhunderts für wahr gehalten, wofür er sein ganzes Leben hindurch gekämpft hat? Ich werde mich einer solchen Unbilligkeit nicht schuldig machen.

Ich kann nicht umhin, bevor ich zum Schlusse komme, noch einige Meinungen zu beleuchten, welche in neuester Zeit, in Beziehung auf die chemische Theorie des Galvanismus, geäufsert worden sind. Aus der Thatsache, dafs durch Reibung, Magnetismus und Wärme Volta'sche Ströme erregt werden können, scheinen manche Physiker den Schlufs ziehen zu wollen, dafs auch der in der hydro-elektrischen Säule auftretende Strom von chemischer Thätigkeit unabhängig sey. Ich mufs aufrichtig gestehen, dafs ich nicht entfernt einsehe, wie die angedeuteten Thatsachen eine solche Folgerung zulassen. Weil durch Reibung und andere chemische Mittel Wärme erzeugt werden kann, dürfen wir etwa aus dieser Thatsache schliefsen, dafs auf chemischem Wege keine Wärme erregt werde. Keinem Physiker ist bis jetzt so etwas zu sagen in den Sinn gekommen. Wenn nun aber all-

gemein angenommen wird, dafs Wärme, wie auch Licht, durch sehr verschiedene Mittel, namentlich aber durch Chemismus, entbunden werden könne, warum sollte diefs nicht auch mit der Elektricität der Fall seyn. Der gröfsten Beachtung der Physiker scheint mir gerade der Umstand werth zu seyn, dafs nicht selten die Ursache, welche Wärme erregt, auch Licht hervorbringt und Elektricität entbindet. Entwickeln sich nicht unter gegebenen Umständen durch Reibung alle drei genannten Imponderabilien gleichzeitig? Und bei dem chemischen Procefs, in welchem die dabei thätigen Materien in eine so innige Wechselwirkung zu einander treten und eine so bedeutende Veränderung in ihrer Molecularconstitution erfahren, hiebei sollte Wärme, höchstens noch Licht, nie aber Elektricität sich entwickeln können. Liefse man sich nur von ganz gewöhnlichen Analogien leiten, und wüfste man von einer Volta'schen Säule und den Umständen, unter welchen dieselbe zur elektrischen Thätigkeit kommt, ganz und gar nichts, so sollte man, denke ich, auf die Vermuthung kommen, bei der chemischen Wechselwirkung werde das elektrische Gleichgewicht derselben gestört. Wie mir scheint, berechtigen uns manche Thatsachen zu der Ansicht, dafs die elektrischen Erscheinungen eben so gut, als die Licht- und Wärmephänomene eigentliche Bewegungszustände seyen, und dafs drei Arten von Erscheinungen durch eine und dieselbe Ursache in den Körpern veranlafst werden können. Die Erfahrung lehrt, dafs wenn Wärme, wenn Licht, wenn Elektricität aus Materien entbunden oder vielmehr durch dieselben erregt werden sollen, diefs nicht geschehen kann, ohne dafs in der Molecularconstitution oder Aggregation dieser Materien irgend eine Veränderung veranstaltet wird. Man vergleiche nur genau die Bedingungen mit einander, unter welchen die drei genannten Agentien zur Thätigkeit kommen, und man wird an der Richtigkeit der voranstehenden Bemerkung nicht mehr zwei-

feln. Betrachtet man nun dasjenige, was die Physiker einen Strom nennen, als einen eigenthümlichen Bewegungszustand, entweder der Theilchen der Körper, in welchen das Stromphänomen stattfindet, oder eines Aethers, mit welchem man die Zwischenräume dieser Körper ausgefüllt denken kann, oder aber als einen Bewegungszustand beider zugleich, so begreift sich auch nicht schwer, wie letzterer durch sehr verschiedenartige Ursachen herbeigeführt werden kann. Durch wie viele Mittel kann der gleiche Körper z. B. in den schallenden Zustand versetzt werden; hat man doch in neuester Zeit sogar durch den Magnetismus Töne hervorgebracht. Wie verschieden aber auch die schallerregenden Ursachen seyn mögen, darin müssen sie alle mit einander übereinstimmen, dafs sie das Vermögen besitzen, die materiellen Theile eines Körpers aus dem Zustand der Ruhe in den Zustand der Bewegung zu bringen. Ganz so, denke ich mir, verhalte es sich mit den elektro-motorischen Ursachen; sie müssen alle die bestimmte Bewegung, welche den Strom constituirt, zu veranlassen im Stande seyn. Wenn nun Magnetismus und Chemismus unter gegebenen Umständen Wärme und Licht erregen; warum sollte letzterer nicht wie ersterer auch einen Volta'schen Strom verursachen können? wenn Wärme und Chemismus Licht hervorrufen, warum sollte dieser nicht wie jene das elektrische Gleichgewicht der Körper zu stören vermögen? Warum sollten also magneto- und thermo-elektrische Ströme Thatsachen seyn, welche die Existenz chemisch-elektrischer Ströme zweifelhaft machen? Ich sehe keinen Grund für einen solchen Zweifel. Analogien, theoretische Rücksichten und Thatsachen lassen, um mich kurz zu fassen, den Contact als solchen als die allerunwahrscheinlichste Stromquelle erscheinen, während uns dieselben den Chemismus, zwar nicht als die ausschliefsliche, aber als eine der allerkräftigsten elektro-motorischen Ursachen erkennen lassen. Ich trage die Ueber-

zeugung, dafs wenn man nur einmal anfängt, die Stromerscheinungen als bloſse Bewegungszustände, und nicht mehr als Aeuſserungen einer oder mehrerer imponderabile Materien zu betrachten, vieles klar werden wird, was jetzt noch dunkel ist. Glücklicherweise hat nie ein Physiker den unglücklichen Gedanken gehabt, die Schallphänomene aus einem Schallstoff erklären zu wollen; sonst läge wohl die Akustik noch sehr im Argen. Die nächste Generation vielleicht schon wird über unseren Glauben an die Existenz einer eigenthümlichen elektrischen Materie eben so lächeln, als manche Physiker bereits diejenigen bemitleiden, welche heutigen Tages noch von einem Wärme- und Lichtstoff reden, und mit demselben umspringen, wie der Chemiker mit seinem Sauerstoff und Wasserstoff.

Basel, im December 1838.

VI. *Ueber die Gesetzmäſsigkeit in der chemischen Wirkung der Volta'schen Batterie.*

Im October vorigen Jahres hat Hr. Walker der elektrischen Gesellschaft zu London die Ergebnisse verschiedener Versuche mitgetheilt, die von ihm mittelst einer sehr kräftigen Batterie über das Verhältniſs der chemischen Wirkung zur Anzahl und Gröſse der Plattenpaare angestellt wurden [1]). Die angewandte Batterie, nach Daniell's Princip der constanten Wirkung erbaut, bestand aus 160 Elementen, in eben so viel Porcellangefäſse vertheilt. Das Zink stand in Salzwasser, das Kupfer, jenes umgebend, in Kupfervitriollösung; Pappcylinder trennten beide Flüssigkeiten. Je 20 Plattenpaare waren zunächst nach dem Princip der Säule vereinigt, und diese acht Gruppen konnten dann fernerweitig ver-

1) *Annals of Electricity*, *Vol. III p.* 421.

bunden werden. Sie anfangs nach und nach zu einer Batterie von 160 Gliedern verbindend, erhielt er, als er ein mit Schwefelsäure angesäuertes Wasser ihrer Wirkung aussetzte, folgendes Resultat:

Zeit zur Entwicklung von 1 Kbkzll. Gasgemenge.

Plattenpaare:	20	40	60	80	100	120	140	160
Zeit	42"	35"	33"	30"	28"	27"	28"	28"

Daraus würde dann folgen, dafs die chemische Wirkung einer Volta'schen Batterie, in deren Kreis ein *passives* Glied (die Zersetzungszelle) eingeschaltet ist, nicht fortwährend mit der Zahl der *activen* Glieder wachse, sondern bei einer gewissen Anzahl (hier 120) ein *Maximum* erreiche.

Bei Aufnahme dieser Notiz in die *Bibliothèque universelle*, *Ser. III T. XVIII p.* 371, macht Hr. De la Rive die Bemerkung, dafs er das nämliche Resultat bereits in seiner *Abhandlung über die Ursachen der Volta'schen Elektricität* angegeben habe [1]). Derselbe scheint indefs übersehen zu haben, dafs Hr. Walker noch zwei Versuchsreihen anführt, die dem obigen Schlusse nicht günstig sind. Diese ergaben nämlich:

I. Zeit zur Entwicklung von 1 Kbkzll. Knallgas.

Plattenpaare:	20	40	60	80	100	120	140	160
Zeit	37"	35"	35"	33"	33"	33"	32"	31"

II. Zeit zur Entwicklung von 1,2 Kbkzll. Knallgas.

Plattenpaare:	40	60	80	100	120	140	160
Zeit	330"	210"	155"	95"	85"	50"	40"

In diesen Reihen zeigt sich *kein Maximum*, vielmehr nimmt die Wirkung (die Gasmenge in einer bestimmten Zeit) fortwährend zu mit der Zahl der Plattenpaare, in der ersten Reihe, wo die Zersetzungszelle ge-

1) Annal. Bd. XXXX S. 530.

säuertes Wasser enthielt, langsamer als in der zweiten, wo diese Zellen mit reinem Wasser gefüllt war.

Beide Resultate, die mit der Plattenzahl *fortwährend steigende Wirkung*, und die *schnellere* Zunahme bei der *schlechter* leitenden Flüssigkeit, stehen mit dem, wenigstens bei uns in Deutschland, als richtig Anerkannten so in Einklang, dafs man die in der ersten Versuchsreihe vorhandene Anzeige eines (noch dazu sehr schwachen) Maximums unbedenklich auf Rechnung einer Zufälligkeit schieben kann.

Dagegen sprechen nun zwar die Versuche, auf welche Hr. De la Rive sich beruft, da diese sowohl in der chemischen als thermischen Wirkung ein Maximum bei einer gewissen Plattenzahl ergeben haben (Annalen, Bd. XXXX S. 530). Allein, wohl zu merken, hat Derselbe, seinem eigenen Geständnisse nach, ein solches Maximum bei einer frisch erbauten, in voller Thätigkeit befindlichen Batterie niemals beobachtet, sondern immer nur bei einer mehr oder weniger erschöpften, bei welcher er selber die einzelnen Plattenpaare als von ungleicher Beschaffenheit voraussetzt. Wenn indefs die Plattenpaare oder Glieder der Batterie ungleich sind, und man die Intensität des Stroms, so wie den Widerstand für jedes einzelne Glied nicht kennt, so kann man auch aus den Resultaten eines unter solchen Umständen angestellten Versuchs nichts folgern, über die Relation zwischen der Plattenzahl und der Intensität des Stroms der aus diesen Platten erbauten Batterie kein bestimmtes Urtheil fällen.

Bezeichnen wir nämlich durch e, e', e'', e''' . . . die elektro-motorische Kraft der einzelnen Glieder einer Batterie (oder, anders gesagt, die Elektricitätsmenge, welche in der Zeiteinheit durch jeden Querschnitt derselben strömen würde, wenn sie einzeln durch ihre Verbindungsdrähte zur Kette geschlossen wären), durch w, w', w'', w''' . . . den Widerstand in denselben (den Ver-

bindungsdraht bei jedem mitgezählt), und z den Widerstand in dem passiven Gliede (der Zersetzungszelle, dem Thermometer, oder Multiplicator), so ist nach der Ohm'schen Theorie, welche als die Basis eines rationellen Studiums aller elektrischen Ströme angesehen werden mufs, die Intensität I des Stroms der Batterie:

$$\frac{e+e'+e''+e'''+\dots}{w+w'+w''+w'''+\dots+z}=I.$$

Hieraus erhellt zur Genüge, dafs I bei Aufbauung einer Batterie bald zu- bald abnehmen mufs, je nachdem bei den hinzugefügten Gliedern die Werthe der Brüche $\frac{e^{IV}}{w^{IV}}, \frac{e^{V}}{w^{V}}\dots$ entweder eben so grofs (oder gröfser) oder kleiner als die $\frac{e}{w}, \frac{e'}{w'}\dots$ der schon vorhandenen Glieder sind, dafs ferner auf diese Zu- und Abnahme der Werth von z einen sehr bedeutenden Einflufs ausübt.

Hat unter den Brüchen, welche die Intensität der Ströme der einzelnen Glieder, für sich geschlossen, bezeichnen, $\frac{e}{w}$ den gröfsten und $\frac{e'''}{w'''}$ den kleinsten Werth, und ist n die Anzahl der Glieder der Batterie, so liegt der Werth von I immer zwischen:

$$\frac{ne}{nw+z} \text{ und } \frac{ne'''}{nw'''+z},$$

und niemals kann er die eine oder die andere Gränze vollständig erreichen, sobald nicht alle Glieder dem Werthe $\frac{e}{w}$ oder $\frac{e''}{w'''}$ entsprechen.

Es mufs daher auch nur der (zum Theil in der Unbeständigkeit des Zustandes der Batterie begründeten) Mangelhaftigkeit der Messungen zugeschrieben werden, wenn man gefunden hat, dafs, bei einer Batterie aus ungleich starken Gliedern, die Intensität immer dem schwächsten Gliede entspreche, oder vielmehr der Intensität ei-

ner aus lauter solchen Gliedern erbauten Batterie gleich komme [1]).

Was hier so eben von der Intensität des Stroms einer Batterie gesagt worden, gilt auch für die chemische Wirkung derselben, d. h. für die Masse des von ihr in jeder Zelle in bestimmter Zeit zersetzten Körpers, denn sie ist, so lehrt es das Faraday'sche Gesetz, der Intensität des Stroms oder der Elektricitätsmenge, welche in dieser Zeit durch die gesammte Fläche irgend eines Querschnitts der Batterie geht, direct proportional [2]).

Hr. Walker hat ferner einen Versuch angestellt, bei welchem er die erwähnten acht Gruppen von Ele-

1) S. De la Rive (Ann. Bd. XXXX S. 533) und Faraday (Ann. Bd. XXXV S. 237).

2) Diese Proportionalität beginnt indeſs erst bei einem gewissen, für verschiedene Substanzen verschiedenen Grad von Intensität des Stromes. Unterhalb dieses Intensitätsgrades geht der Strom entweder ohne Zersetzung, bloſs auf dem Wege der Leitung, durch die seiner Wirkung unterworfene Substanz, oder er bewirkt eine so geringe Zersetzung, daſs die Producte derselben, z. B. Wasserstoff und Sauerstoff, bei der Wasserzersetzung, in der Flüssigkeit gelöst bleiben. Für letzteren Fall spricht der schon von Becquerel bemerkte Umstand, daſs Platinplatten, wenn sie zu den Polen einer einfachen Volta'schen Kette genommen werden, Polarität erlangen. Im ersteren Falle, und auch wenn beide Fälle zugleich stattfänden, wäre es möglich, daſs selbst oberhalb jenes Intensitätsgrades, also bei schon erfolgender Zersetzung, immer noch ein Theil, und zwar ein nach der Substanz und Temperatur verschiedener Theil der Elektricität bloſs geleitet durch dieselbe ginge, und alsdann würde man mit der Magnetnadel oder dem Thermometer immer eine gröſsere Strom-Intensität messen, als durch die Masse der zersetzten Substanz. Indeſs zeigen Pouillet's Versuche (Ann. Bd. XXXXII S. 303), daſs die Intensität des Stroms, gemessen durch die Magnetnadel, innerhalb gewisser Gränzen, wobei sie vom Einfachen auf's Sechsfache schwankte, der chemischen Wirkung proportional ist, und daraus würde folgen, daſs innerhalb dieser Gränzen bei bereits eingetretener Zersetzung entweder alle durchströmende Elektricität zu dieser Zersetzung verwandt

menten mit ihren gleichnamigen Polen vereinigte, so dafs er eine Batterie aus 20 Gliedern von achtfacher Plattengröfse

wird, oder wenn ein Theil noch nebenher geleitet durchgeht, dieser Theil in einem beständigen Verhältnifs zu demjenigen steht, der die Zersetzung bewirkt. Bei sehr hohen Graden von Intensität oder Dichtigkeit des Stroms, wie sie mit der Maschinen-Elektricität zu erreichen sind, verhalten sich die Sachen anders, wie noch aus den Versuchen des Dr. Riefs, S. 75 dieses Hefts, zu ersehen ist; allein dann bleiben auch die Ablenkungen der Magnetnadel aus.

Von der Intensität I, der Intensität der Gesammtfläche eines Querschnitts der Kette, hat man wohl zu unterscheiden die Intensität der einzelnen Punkte des Querschnitts. Jene ist die Summe dieser, und bleibt für alle Querschnitte einer Kette dieselbe; diese dagegen ist, wenn auch erstere gleich bleibt, kleiner oder gröfser, je nachdem der Querschnitt mehr oder weniger Ausdehnung hat. Oder anders gesagt, es ist $I = si$, wenn s die Gröfse eines Querschnitts und i die Intensität der einzelnen Punkte desselben bezeichnet. Der chemische Effect, d. h. die Masse des in jeder Zelle in einer bestimmten Zeit zersetzten Körpers hängt nur von der Intensität I ab; man kann, wie Faraday gezeigt hat, die Polarplatten einer Säule ohne Aenderung des Effects vergröfsern oder verringern, so lange dadurch nur nicht erstens die Intensität I merkbar verändert wird (im geringen Grade mufs diefs jedoch selbst bei einer vielplattigen Säule immer der Fall seyn), und zweitens, bei einer Vergröfserung des Querschnitts, die Intensität i nicht unter die zur (wahrnehmbaren) Zersetzung des Körpers nothwendige Gröfse herabsinkt.

Es ist die Intensität i, welche Faraday meint, wenn er, in Bezug auf obige Erfahrung (Ann. Bd. XXXIII S. 325 §. 726), sagt: *eine Intensitätsveränderung habe keinen Einflufs auf die Resultate* (den Effect im Voltameter), *wenn nur die Elektricitätsmenge* (d. h. I) *dieselbe bleibe.* Es ist ferner die mit Verkleinerung des Querschnitts s eintretende Steigerung von i, welche bewirkt, wie Andrews (Ann. Bd. XXXXI S. 166) gezeigt hat, dafs man selbst mit einer einfachen Zink-Platin-Kette Wasser zersetzen kann, wenn deren Platinpole aus einer Platte und einer Spitze bestehen. Dafs Derselbe bei Anwendung zweier Platindrähte als Pole keine Wasserzersetzung eintreten sah, konnte seinen Grund wohl darin haben, dafs dann I, welches bei einer einfachen Kette durch jede Veränderung von s immer stark geändert wird, zu sehr geschwächt würde. Bei gröfserer Fläche der erregenden Platten würde der Erfolg selbst mit zwei Drähten nicht negativ gewesen seyn.

gröfse und achtfacher Dicke der Verbindungsdrähte bekam, deren zusammengesetzten Pole alsdann in zwei Quecksilbernäpfe getaucht, und mittelst dieser mit einem Voltameter, welches gesäuertes Wasser enthielt, in Gemeinschaft gesetzt wurden. Er erhielt nun vier und ein halb Mal so viel Gas wie zuvor in derselben Zeit mit der Batterie aus 160 Elementen von einfacher Gröfse, ein Resultat, welches er für die practische Anwendung Volta'scher Batterie für sehr wichtig hält.

Wir wollen die Wichtigkeit dieses Resultats nicht in Abrede stellen, müssen indefs bemerken, dafs es, selbst wenn es noch nie beobachtet seyn sollte, mit Sicherheit vorauszusehen gewesen wäre.

Behalten wir nämlich die früher gewählte Bezeichnung bei, und nehmen an, dafs die Glieder der Batterie alle in allen Stücken einander vollkommen gleich seyen, so hat man für die Intensität der Batterie aus 160 Gliedern den Ausdruck:

$$I = \frac{160 . e}{160 w + z} .$$

Der vereinigte Strom der 8 Säulen aus 20 Elementen ist gleichwerthig dem Strom einer einzigen Säule aus 20 Elementen von achtfacher Plattengröfse und achtfacher Dicke der Verbindungsdrähte oder von achtfach geringerem Widerstand. Für dessen Intensität I' hat man also:

$$I' = \frac{20 . e}{20 . \frac{1}{8} w + z} .$$

Das Verhältnifs beider Intensitäten ist demnach:

$$\frac{I'}{I} = \frac{160 w + z}{20 w + 8 z} .$$

Bei gegebener Zahl und Gröfse der Platten hängt diefs Verhältnifs also ganz von den Werthen der Gröfsen w und z ab. Ist $z = 20 w$, was leicht der Fall seyn könnte, wenn in der Zersetzungszelle reines Wasser und in den übrigen Zellen eine Säure oder Salzlösung ent-

halten wäre, so würde $I'=I$, d. h. beide Säulen würden gleich stark wirken. Bei gröſseren Werthen von z wird I' kleiner als I oder die Säule von 20 Elementen schwächer wirken, als die von 160; bei kleineren Werthen von z findet dagegen das Umgekehrte statt. Wäre z. B. $z=w$, was ungefähr der Fall bei Hrn. Walker's Versuchen gewesen seyn möchte, da derselbe gesäuertes Wasser in der Zersetzungszelle anwandte, so hätte man:

$$I'=\frac{161}{28}=5{,}75 . I,$$

und es würde also die Säule aus 20 Elementen von 8facher Gröſse in derselben Zeit 5,75 Mal so viel Wasser zerzetzen, als die Säule aus 160 Elementen von einfacher Gröſse.

Ueberhaupt hat man für die Strom-Intensität I einer Säule aus m Elementen und für die Intensität I' einer anderen Säule aus $\frac{m}{p}$ Elementen von $p$facher Gröſse, wenn beide mit derselben Flüssigkeit geladen sind, und auf dieselbe Flüssigkeit zersetzend einwirken, die Ausdrücke:

$$I=\frac{me}{mw+z}\ ;\ I'=\frac{mep}{mw+p^2 z},$$

und wenn man den letzteren Ausdruck in Bezug auf I' und p differentiirt, findet man [1]), daſs I' ein Maximum ist, wenn

$$p=\sqrt{m.\frac{w}{z}} \text{ wodurch dann } I'=\tfrac{1}{2}e\sqrt{\frac{m}{wz}}.$$

Wäre $m=100$, d. h. hätte man ursprünglich eine Säule von 100 Plattenpaaren, und wäre zugleich $w=z$, so würde man also das Maximum des chemischen Effects bekommen (oder in gegebener Zeit die gröſste Quantität von dem in der passiven Zelle befindlichen Körper

1) Ganz wie S. 517 des vorhergehenden Bandes. *P.*

zersetzt erhalten), wenn man aus derselben 10 Säulen von 10 Plattenpaaren bildete und diese neben einander wirken ließe. Je größer z in Bezug auf w, d. h. (abgesehen vom Uebergangswiderstand) je *schlechter* die Flüssigkeit in der Zersetzungszelle gegen die in den übrigen Zellen leitet, desto *kleiner* wird p, desto *weniger* partielle Säulen von *größerer* Plattenzahl wird man also aus der ursprünglichen Säule zu bilden haben, um das Maximum des Effects zu erreichen. Wäre z. B. $z=2w$, so würde p nahe $=7$, und man würde also mit 7 Säulen von 14 Plattenpaaren dem Maximum am nächsten kommen.

Alles dieses sind sehr einfache Folgerungen aus der Ohm'schen Theorie; da indeſs diese Theorie, selbst bei uns, noch lange nicht die Anerkennung gefunden hat, die sie wegen ihrer Unentbehrlichkeit zur gründlichen Einsicht in die Wirkungsweise der elektrischen Ströme zu finden verdient, ja bei den Physikern in Frankreich und England so gut wie völlig unbekannt ist [1]) (daher denn auch dort eine groſse Anzahl von Versuchen gemacht wird, die ganz unnütz sind, entweder weil man deren Resultate vorhersehen kann, oder weil sich, wegen vernachlässigter Bestimmung der nothwendigsten Data, keine reinen Resultate aus ihnen ableiten lassen), so wird es nicht überflüssig gewesen seyn, an einem speciellen und leicht faſslichen Beispiel ihren Nutzen gezeigt zu haben. **P.**

1) Mit Ausnahme Pouillet's, der indeſs erst i. J. 1837 mit einem Theile dessen hervorgetreten ist, was Ohm zehn Jahre früher erwiesen hat.

VII. *Zersetzung und Rückbildung von Wasser durch eine einfache Platinkette.*

Folgenden Versuch beschreibt Hr. Grove im *Phil. Mag. Ser. III Vol. XIV p.* 129. Zwei Platinstreifen, 2" lang und $\frac{3}{8}$" breit, waren senkrecht und wenig von einander entfernt, in dem Boden einer mit verdünnter Schwefelsäure gefüllten Glasschale hermetisch befestigt, so dafs sie unten herausragten, und, um sie vollkommen zu säubern, waren anfangs beide eine Zeit lang als positiver Pol einer Volta'schen Batterie gebraucht. Dann wurde die Batterie entfernt, und über jede Platte eine Glasröhre gestürzt, von denen die eine mit Wasserstoff, die andere mit Sauerstoff zur Hälfte angefüllt war. Je nachdem man die Röhren tiefer oder höher gestellt hatte, standen die Platten entweder ganz in der Säure, oder zur Hälfte in der Säure und zur Hälfte in den respectiven Gasen. Im ersteren Fall zeigte das Galvanometer, das mit den herausragenden Enden der Platten verbunden war, kaum einen Strom an; im letzteren Fall, der theilweisen Berührung mit den Gasen nämlich, erfolgte eine heftige Ausbiegung der Nadel und eine bleibende Ablenkung von 15°. Das Platin im Wasserstoff verhielt sich wie das Zink einer Volta'schen Kette.

Wenn man die Platinplatten, während sie zur Hälfte in die Gase hineinragten, mit den Metallen einer einfachen Volta'schen Kette verband, die im Sauerstoff mit dem Zink, die im Wasserstoff mit dem Kupfer, so erfolgte ein rasches und starkes Steigen der Säure, in der mit Wasserstoff gebildeten Röhre ein doppelt so starkes als in der andern. Zu der Wasserzersetzung gesellte sich hier also sogleich eine Wiedervereinigung der Gase, vermöge der bekannten Eigenschaft des Platins, die hier durch den Strom der Kette scheint erhöht worden zu seyn [1]). Die Wasserzersetzung war hier übrigens, wie ersichtlich, das Werk zweier Ketten.

1) Dieselbe Erscheinung zeigte sich auch bei der obigen Kette aus Platin, die übrigens nur von kurzer Wirksamkeit war.

VIII. *Ueber die Vorausbestimmung des specifischen Gewichts einiger Klassen chemischer Verbindungen; von Hermann Kopp.*

Die Frage, ob die Aenderung der Dichtigkeit, welche ein Gemenge erleidet, wenn es in eine chemische Verbindung übergeht, bestimmten Gesetzen folge, und welche diese Gesetze seyen, ist im Ganzen erst von wenigen Physikern behandelt worden, unter denen besonders Herapath, Boullay und Karsten zu nennen sind. Die Untersuchungen derselben haben entweder zu dem Schlusse geführt, es existire kein bestimmtes Gesetz darüber, oder sie verleiteten zur Aufstellung von Gesetzen, die sich als falsch erwiesen.

Der am nächsten liegende Weg, über die Entstehung des specifischen Gewichts einer chemischen Verbindung zu urtheilen, ist der, es mit dem einer analogen Mengung zu vergleichen. In den Fällen, wo diefs nicht geradezu möglich ist, nämlich wo man nur das specifische Gewicht des einen Bestandtheils kennt, versuchte man eine Vergleichung so, dafs man diejenige Dichtigkeit suchte, die, wenn sie dem andern Bestandtheil zukäme, eine Mengung von dem specifischen Gewicht der chemischen Verbindung hervorbrächte. Diefs letztere Verfahren führt jedoch nicht nur zu keinem Gesetz, sondern sogar zu Ungereimtheiten. So müfste, wenn wir uns die Dichtigkeiten der Metalle als durch Mengungen von Metall und nicht expandirtem Sauerstoff hervorgebracht denken, der letztere in den verschiedenen Oxyden ein verschiedenes specifisches Gewicht, von —0,63 bis +5,76 variirend, haben. Eben so müfste das specifische Gewicht des Chlors in den verschiedenen Metallchloriden zwischen —5,50 bis +8,27; das des Broms

zwischen $+3{,}26$ bis $+35{,}97$; das des Jods zwischen $+3{,}47$ bis $11{,}09$ wechseln, ohne daſs irgend eine Regelmäſsigkeit stattfände.

Ich habe einen anderen Weg eingeschlagen, der mir näher zum Ziel zu führen scheint. In den vorliegenden Zeilen will ich mich auf die Mittheilung dessen beschränken, was sich auf die Dichtigkeit chemischer Verbindungen der Metalle bezieht.

Sey A das Mischungsgewicht, S das specifische Gewicht des negativeren; a, s dieselben Eigenschaften des positiveren Bestandtheils (des Metalls). Wir wollen noch die Gröſsen $V=\frac{A}{S}$ und $v=\frac{a}{s}$ einführen. Dann ist das specifische Gewicht der Mengung $d=\frac{A+a}{V+v}$. Es gehe nun diese Mengung in eine chemische Verbindung über, wo sich die Dichtigkeit ändert; aus d werde D. Es fragt sich also, in welchem Verhältnisse d zu D stehe, oder, welches der Coëfficient sey, der, mit d multiplicirt, D hervorbringe.

Es scheint mir am einfachsten und sachgemäſsesten, die Aenderung von d als durch beide Bestandtheile verursacht anzusehen, also jedem Bestandtheile einen Einfluſs auf die Dichtigkeit beizulegen. Bezeichne x den Einfluſs des negativeren Bestandtheils, y den des positiveren. Es erscheint eben so nahe liegend, daſs der Einfluſs jedes Bestandtheils mit der Masse desselben wachsend, aber auf die beiden Bestandtheile wirksam und vertheilt zu betrachten sey. In dieser Voraussetzung nimmt der ändernde Coëfficient die Gestalt $\frac{Ax+ay}{A+a}$ an, und es wird $D=d.\frac{Ax+ay}{A+a}=\frac{Ax+ay}{V+v}$.

Wir haben bisher angenommen, das specifische Gewicht beider Bestandtheile sey bekannt. Oft ist dieſs aber nicht der Fall, z. B. in den Oxyden bei dem Sauer-

stoff. Mit Hülfe der Formel für die Dichtigkeit einer Mengung auf das unbekannte specifische Gewicht zu schliefsen, führt, wie wir oben sahen, zu Widersprüchen. Führen wir jedoch in unsere letzte Formel $\frac{A}{z}$ statt V ein, wo wir auch z unbekannt, aber constant setzen, so haben wir in $D = \frac{Ax + ay}{\frac{A}{z} + v}$ drei unbekannte Gröfsen, welche aufzufinden wir mehrere Beobachtungen, in welchen d, a, v, D bekannt sind, zu Hülfe nehmen müssen. Das so gefundene z kann jedoch nicht für das genaue specifische Gewicht angesehen werden, indem auf der einen Seite der Gleichung, wo v in den meisten Fällen nur klein ist, sich x, y, $\frac{1}{z}$ bedeutend ändern können, während D nur wenig dadurch verändert wird.

Uebrigens scheinen in derselben Klasse analoger Körper, z. B. in allen Metalloxyden, x, y und z dieselben, constanten Werthe zu haben. Ob diese Constanz sich auch in anderen, nicht metallischen Verbindungen finde, bleibt zweifelhaft.

Was die Herleitung der später anzuführenden Zahlenwerthe x, y, z betrifft, so ist Folgendes zu bemerken: Aus allen Beobachtungen derselben Klasse diese Gröfsen mittelst der Methode der kleinsten Quadrate herzuleiten, schien mir nicht räthlich, indem die Angaben über die Dichtigkeit desselben Körpers zu unbestimmt von einander abweichen, und auch die Dichtigkeit je nach dem Aggregationszustande variirt; so dafs jetzt noch auf eine ganz genaue Auffindung zu verzichten ist. Aus je drei Beobachtungen kann man x, y, z herleiten, und je drei andere Beobachtungen derselben Klasse geben zwar x, y und z etwas verschieden, jedoch nur selten so bedeutend abweichend, dafs Beobachtungsfehler nicht die Ursache seyn könnten. Die im Mittel aus mehreren

solchen Combinationen gefundenen Werthe von x, y, z für jede Klasse sind *es*, die ich im Folgenden mittheilen werde.

Noch ist zu bemerken, dafs, da die zu untersuchenden Verbindungen meistens aus gleichen Mischungsgewichten beider Bestandtheile zusammengesetzt sind, V und v dann Mischungsgewicht, getheilt durch specifisches Gewicht, bedeuten. Ich werde auf diesen Begriff, den man *specifisches Volum* nennen könnte, sogleich zurückkommen, da er mit dem Wesen der Körper in nahem Zusammenhang zu stehen scheint. In der folgenden Tabelle will ich noch die gebrauchten Dichtigkeiten, Mischungsgewichte und specifischen Volumina der im Folgenden vorkommenden Körper mittheilen:

	Spec. Gewicht.	Mischungsgewicht	Spec. Volum.
Sauerstoff		8,01	
Aluminium		9,14	
Magnium		12,66	
Phosphor	1,77	15,72	8,88
Schwefel	2,00	16,12	8,06
Glycium		17,66	
Calcium		20,51	
Natrium	0,97	23,31	24,03
Eisen	7,79	27,18	3,49
Mangan	8,03	27,67	3,44
Chrom	5,09	28,19	5,53
Kobalt	8,51	29,56	3,47
Nickel	8,66	29,62	3,42
Kupfer	8,72	31,70	3,63
Yttrium		32,20	
Zink	6,92	32,31	4,67
Chlor	1,33	35,47	26,66
Kalium	0,86	39,25	45,64
Selen	4,32	39,63	9,17
Strontium		43,08	
Molybdän	8,62	47,96	5,56
Kadmium	8,64	55,83	6,46
Zinn	7,29	58,92	8,08

	Spec. Gewicht.	Mischungsgewicht	Spec. Volum.
Antimon	6,70	64,62	9,64
Baryum		68,66	
Wismuth	9,65	71,07	7,37
Brom	2,97	78,39	26,40
Wolfram	17,40	94,81	5,45
Gold	19,26	99,60	5,17
Quecksilber	13,56	101,43	7,47
Blei	11,39	103,73	9,11
Silber	10,43	108,30	10,38
Jod	4,95	126,47	25,55

Wir wollen einen Augenblick bei dem oben aufgestellten Begriff: specifisches Volum, stehen bleiben. Wie die Mischungsgewichte Verhältnifszahlen in Hinsicht auf die Masse sind, so sind es die specifischen Volumina in Hinsicht auf den Raum. Die letzte Spalte der eben mitgetheilten Tabelle zeigt uns interessante Uebereinstimmungen zwischen ähnlichem chemischen Verhalten und gleichem specifischen Volum. Das letztere ist bei Jod, Chlor, Brom gleich grofs. Es ist gleich bei ähnlichen Metallen, wie bei Chrom, Wolfram, Molybdän; bei Eisen, Mangan, Nickel, Kobalt. Es ist bei dem Kalium beinahe noch einmal so grofs, als bei dem Natrium; bei dem Silber genau das Doppelte von dem des Goldes. Es ist endlich das specifische Volum des Schwefels nahe gleich dem des Phosphors, und das des letzteren nahe gleich dem des Selens. Worauf gleiches specifisches Volum vorzüglich hindeute, werden wir unten, wenn wir in den Stand gesetzt sind, noch einige Substanzen hinsichtlich dieser Eigenschaft in den Kreis der Untersuchung zu ziehen, betrachten. Hier nur noch das, dafs man die Uebereinstimmung zwischen Jod, Chlor und Brom auch als gleichmäfsige Ausdehnung beim Uebergang in den expandirten Zustand ansehen kann, indem bei diesen drei Körpern das specifische Gewicht im starren oder flüssigen Zustand an 430 Mal so grofs ist als im gasförmigen.

Gehen wir nun zu den Formeln für die einzelnen Verbindungsklassen über. Für jede Klasse folgen zwei Formeln; die erste allgemein, die zweite für die Verbindungen aus gleichen Mischungsgewichten beider Bestandtheile, als bei weitem die häufigsten, gültig. Zur Bezeichnung der Columnen sind stets folgende Zeichen beibehalten: α giebt das Verhältnifs, in welchem die Mischungsgewichte beider Bestandtheile mit einander verbunden sind; β den Beobachter und γ das von demselben beobachtete specifische Gewicht; δ giebt das specifische Gewicht, gefunden nach der, der jedesmaligen Tabelle vorausgehenden Formel; ε das specifische Gewicht einer analogen Mengung, in den Fällen, wo beide Bestandtheile ihrer Dichtigkeit nach bekannt sind.

I. Oxyde.

Allgemeine Formel: $D = \frac{A.11{,}0 + a.1{,}3}{\frac{A}{0{,}43} + v}$.

Formel für die Verbindungen von 1 Mischungsgewicht Sauerstoff mit 1 Mischungsgewicht Metall:

$$D = \frac{88.11 + a.1{,}3}{18{,}42 + v}.$$

Verbindung von Sauerstoff und	α.	β.	γ.	δ.
Natrium	1 : 1	Karsten	2,80	2,74
Chrom	3 : 2	Wöhler	5,21	5,10
Eisen	3 : 2	Boullay	5,23	5,38
		Mohs	5,25	
Kobalt	3 : 2	Herapath	5,32	5,48
Zink	1 : 1	Boullay	5,60	5,61
		Karsten	5,73	
Kupfer	1 : 2	Herapath	6,05	6,59
		Royer u. Dumas	5,75	
		Boullay	5,30	
	1 : 1	Boullay	6,13	5,86
		Karsten	6,43	

Verbindung von Sauerstoff und	α.	β.	γ.	δ.
Kalium	1 : 1	Karsten	2,66	2,17
Molybdän	2 : 1	Bucholz	5,67	5,63
Cadmium	1 : 1	Karsten	6,95	6,50
Zinn	1 : 1	Herapath	6,66	6,22
	2 : 1	Boullay	6,90	5,21
		Berzelius	6,64	
Antimon	3 : 2	Boullay	5,78	5,80
		Mohs	5,56	
Wismuth	1 : 1	Boullay	8,97	7,00
		Karsten	8,17	
Wolfram	3 : 1	Berzelius	6,12	6,38
		Karsten	7,14	
Blei	1 : 1	Royer u. Dumas	8,01	8,10
		Karsten	9,21	
		Herapath	9,28	
		Boullay	9,50	
	3 : 2	Herapath	9,09	7,27
		Karsten	8,60	
Quecksilber	1 : 2	Herapath	10,69	10,54
		Karsten	8,95	
	1 : 1	Herapath	11,08	8,50
		Boullay	11,00	
		Karsten	11,19	
Silber	1 : 1	Boullay	7,25	7,95
		Karsten	8,26	

Auffallend ist, dafs bei manchen Metallen die höheren Oxydationsstufen specifisch schwerer sind, als die niederen, während nach der Formel das Umgekehrte eintreten müfste. Aber manchmal entspricht auch hierin die Erfahrung der Formel, und es möchte jetzt noch schwer seyn, ein allgemeines Gesetz für beide Fälle aufzufinden.

II. Schwefelmetalle.

Man sollte vermuthen, die Auffindung eines Gesetzes für die Dichtigkeit der Schwefelmetalle müsse am nächsten liegen, weil so viele von ihnen hinsichtlich ihres

specifischen Gewichts genau bestimmt sind. Doch ist diese Klasse die einzige unter den hinsichtlich der Dichtigkeit genauer bekannten und hier untersuchten, wo die verschiedenen Combinationen der Beobachtungen so abweichende Werthe von x und y geben, dafs sich keine Formel mit Sicherheit darauf bauen läfst.

III. Jodmetalle.

Allgemeine Formel: $D = \frac{A.1,6 + a.0,1}{V + v}$.

Formel für die Verbindungen von 1 Mischungsgewicht Jod mit 1 Mischungsgewicht Metall:

$$D = \frac{202,35 + a.0,1}{25,55 + v}.$$

Verbindung von Jod mit	α.	β.	γ.	δ.	ε.
Kalium	1 : 1	Karsten	2,91	2,90	2,32
		Boullay	3,08		
Quecksilber	1 : 2	Karsten	7,64	5,75	8,13
		Boullay	7,75		
	1 : 1	Karsten	6,20	6,43	6,90
		Boullay	6,32		
Blei	1 : 1	Karsten	6,02	6,13	6,64
		Boullay	6,11		
Silber	1 : 1	Karsten	5,03	5,93	6,54
		Boullay	5,67		

IV. Brommetalle.

Allgemeine Formel: $D = \frac{A.1,8 + a.0,8}{V + v}$.

Formel für die Verbindungen von 1 Mischungsgewicht Brom mit 1 Mischungsgewicht Metall

$$D = \frac{141,10 + 0,8\,a}{26,40 + v}.$$

Die Beobachtungen in der Columne γ sind die von Karsten.

Verbindung von Brom mit	α.	γ.	δ.	ε.
Kalium	1 : 1	2,41	2,40	1,63
Quecksilber	1 : 1	5,92	6,56	5,31
	1 : 2	7,31	7,33	6,80
Blei	1 : 1	6,63	6,31	5,13
Silber	1 : 1	6,35	6,19	5,08

V. Chlormetalle.

Allgemeine Formel: $D = \frac{A.2{,}5 + a.1{,}0}{V + v}$.

Formel für die Verbindungen von 1 Mischungsgewicht Chlor mit 1 Mischungsgewicht Metall:

$$D = \frac{88{,}67 + a}{26{,}66 + v}.$$

Verbindung von Chlor mit	α.	β.	γ.	δ.	ε.
Natrium	1 : 1	Leslie Karsten	2,15 2,03	2,21	1,16
Quecksilber	1 : 2	Boullay Karsten	7,14 6,99	7,00	5,72
	1 : 1	Boullay Karsten	5,42 5,40	5,57	4,01
Kupfer	1 : 2	Karsten	3,68	4,48	2,91
Kalium	1 : 1	Karsten	1,91	1,77	1,03
Blei	1 : 1	Karsten	5,68	5,38	3,89
Silber	1 : 1	Herapath Karsten Boullay	5,13 5,45 5,55	5,35	3,88

In diesen Zusammenstellungen ist die Uebereinstimmung der Rechnung mit der Beobachtung im Allgemeinen, und das Anschmiegen der Formel an die Erfahrung nicht zu verkennen.

Gehen wir jetzt zu den Gesetzen für die Dichtigkeit einiger Arten von Salzen über. Die zuverlässigsten

specifischen Gewichte (meist von Karsten bestimmt), die nun vorkommen, sind in folgender Uebersicht, der früheren Tabelle analog, zusammengestellt:

	Spec. Gew.	Mischungsgewicht	Spec. Volum.
Kohlensäure		22,14	
Schwefelsäure	1,97	40,15	20,38
Salpetersäure		54,23	
Thonerde	4,15	17,15	4,13
Bittererde	3,20	20,67	6,46
Kalkerde	3,16	28,52	9,03
Natron	2,80	31,32	11,19
Kupferoxyd	6,43	39,71	6,18
Zinkoxyd	5,73	40,32	7,04
Kali	2,66	47,26	17,77
Strontian	3,93	51,09	13,00
Cadmiumoxyd	6,95	63,84	9,18
Baryt	4,73	76,67	16,21
Wismuthoxyd	8,17	79,08	9,68
Bleioxyd	9,21	111,74	12,41
Silberoxyd	8,26	116,31	14,08

In den jetzt folgenden Formeln bezieht sich also a und v nicht auf das Metall, sondern auf das Oxyd. Die Columne γ ist stets nach den Versuchen von Karsten als den genauesten unter den über die Dichtigkeit der Salze bekannt gewordenen bestimmt.

VI. Kohlensaure Salze.

Allgemeine Formel: $D = \frac{A.1,3 + a.1,7}{\frac{A}{1,0} + v}$.

Formel für die Verbindungen von 1 Mischungsgewicht Kohlensäure mit 1 Mischungsgewicht Oxyd:

$$D = \frac{28,78 + a.1,7}{22,14 + v}.$$

Verbindung von Kohlensäure mit	α.	γ.	δ.
Kalkerde	1 : 1	2,70	2,48
Natron	1 : 1	2,47	2,47
Kupferoxyd	1 : 2	4,78	4,75
Zinkoxyd	1 : 1	4,38	3,34
Kali	1 : 1	2,26	2,73
Strontian	1 : 1	3,62	3,30
Cadmiumoxyd	1 : 1	4,49	4,40
Baryt	1 : 1	4,30	4,15
Bleioxyd	1 : 1	6,43	6,33
Silberoxyd	1 : 1	6,08	6,25

VII. Schwefelsaure Salze.

Allgemeine Formel: $D = \frac{A.0,9 + a\,1,4}{V + v}$.

Formel für die Verbindungen von 1 Mischungsgewicht Schwefelsäure mit 1 Mischungsgewicht Oxyd:

$$D = \frac{36,13 + a.1,4}{20,38 + v}.$$

Die folgenden Salze sind alle einfach saure:

Verbindung von Schwefelsäure und	γ.	δ.	ε.
Thonerde	2,74	2,45	2,34
Bittererde	2,61	2,42	2,26
Kalkerde	2,93	2,59	2,33
Natron	2,63	2,53	2,26
Kupferoxyd	3,57	3,46	3,01
Zinkoxyd	3,40	3,37	3,29
Kali	2,62	2,68	2,29
Strontian	3,59	3,23	2,73
Baryt	4,20	3,92	3,19
Bleioxyd	6,17	5,87	4,61
Silberoxyd	5,34	5,77	4,54

VIII. Salpetersaure Salze.

Allgemeine Formel: $D = \dfrac{A.2{,}0 + a.2{,}2}{\dfrac{A}{0{,}77} + v}$.

Formel für die Verbindungen von 1 Mischungsgewicht Salpetersäure mit 1 Mischungsgewicht Oxyd:

$$D = \frac{108{,}46 + a.2{,}2}{70{,}50 + v}.$$

Die folgenden Salze sind alle einfach saure:

Verbindung von Salpetersäure und	γ.	δ.	Verbindung von Salpetersäure und	γ.	δ.
Natron	2,23	2,17	Baryt	3,18	3,19
Kali	2,10	2,40	Bleioxyd	4,40	4,27
Strontian	2,89	2,64	Silberoxyd	4,36	4,31

Auch bei diesen letzten Vergleichungen kommen die berechneten Dichtigkeiten den durch Versuche gefundenen im Ganzen so nahe, daſs man die Formeln als der Erfahrung entsprechend betrachten kann.

Die einfach sauren Verbindungen in den drei letzten Klassen lassen sich noch anders betrachten, nämlich zusammengesetzt aus 1 Mischungsgewicht Metall einerseits, und einer Verbindung von 1 Mischungsgewicht Säure mit 1 Mischungsgewicht Sauerstoff andererseits. Diesem nach wäre ein Mischungsgewicht Metall verbunden in den kohlensauren Salzen mit einem hypothetischen Körper vom Mischungsgewicht 30,15; in den schwefelsauren mit einem vom Mischungsgewicht 48,16; in den salpetersauren endlich mit einem vom Mischungsgewicht 62,24. Wir wollen versuchen, Formeln aufzustellen, mittelst deren man in dieser Voraussetzung aus dem Metall selbst das specifische Gewicht einiger seiner anhydrischen Salze vorausbestimmen kann. Die Anwendung der

der Formeln für diese Art der Vorausbestimmung beschränkt sich also hier auf die Fälle, wo 1 Mischungsgewicht Säure mit 1 Mischungsgewicht Basis verbunden ist, und letztere aus 1 Mischungsgewicht Metall auf 1 Mischungsgewicht Sauerstoff zusammengesetzt ist.

Nun bezieht sich a und v also wieder auf das Metall selbst, nicht auf das Oxyd.

IX. Kohlensaure Salze.

$$D=\frac{A.3{,}8+a.1{,}9}{\frac{A}{0{,}71}+v}=\frac{114{,}57+a.1{,}9}{42{,}21+v}.$$

Kohlensaures	γ.	δ.	Kohlensaures	γ.	δ.
Natron	2,47	2,39	Cadmium	4,49	4,54
Zinkoxyd	4,38	3,75	Bleioxyd	6,43	6,07
Kali	2,26	2,16	Silberoxyd	6,08	6,08

X. Schwefelsaure Salze.

$$D=\frac{A.3{,}0+a.1{,}9}{\frac{A}{0{,}9}+v}=\frac{144{,}48+a.1{,}9}{52{,}98+v}.$$

Schwefelsaures	γ.	δ.	Schwefelsaures	γ.	δ.
Natron	2,63	2,45	Kupferoxyd	3,57	3,61
Zinkoxyd	3,40	3,57	Bleioxyd	6,17	5,50
Kali	2,62	2,22	Silberoxyd	5,34	5,53

XI. Salpetersaure Salze.

$$D=\frac{A.3{,}0+a.2{,}0}{\frac{A}{0{,}77}+v}=\frac{186{,}72+a.2{,}0}{80{,}91+v}.$$

Salpetersaures	γ.	δ.	Salpetersaures	γ.	δ.
Natron	2,23	2,22	Bleioxyd	4,40	4,38
Kali	2,10	2,09	Silberoxyd	4,36	4,42

Diese Zusammenstellungen sprechen hinlänglich für die Möglichkeit, das specifische Gewicht der Salze aus den Eigenschaften der Metalle selbst herleiten zu können, und für die Tauglichkeit der hier zu diesem Ende aufgestellten Formeln. Ihre Anwendbarkeit zeigt sich besonders in Fällen wie der folgende: Da wir das specifische Gewicht des Eisenoxyduls nicht aus Beobachtung kennen, so läfst sich auf das specifische Gewicht seiner Salze auch nicht nach einer der früheren oder ähnlicher Formeln schliefsen; wohl aber nach denjenigen, mit welchen wir uns jetzt beschäftigen, da wir das specifische Gewicht des metallischen Eisens kennen. So findet man denn z. B. nach Formel IX die Dichtigkeit des kohlensauren Eisenoxyduls $=3{,}64$. Leonhard giebt sie nach Versuchen als variirend zwischen 3,57 bis 3,82 an.

Die Beantwortung der Frage: wann ist die Verbindung eines Metalls von gröfserem specifischen Gewicht, wann von geringerem, als das Metall selbst? geschieht einfach so, dafs wir bei den untersuchten Verbindungsklassen den dort aufgestellten Formeln die Form geben:

$$\frac{Ax+ay}{V+\frac{a}{s}}=s.$$

Hierdurch erhalten wir den *Uebergangspunkt*, die Dichtigkeit s, die, wenn sie dem Metall angehört, Gleichheit des specifischen Gewichts des letzteren und der betreffenden Verbindung bedingt. So z. B. finden wir für die Verbindung von 1 Mischungsgewicht Metall mit 1 Mischungsgewicht Sauerstoff $s=4{,}79+0{,}016a$. Diese Dichtigkeit s ist bei derselben Art von Verbindungen beinahe constant. So ist sie für die Oxyde mit 2 Mischungsgewichten Sauerstoff $=4{,}79+0{,}008a$, so dafs wir 4,8 als den Uebergangspunkt der Metalloxyde bezeichnen können. Um die Uebergangspunkte für die

verschiedenen Verbindungsklassen zusammenzustellen, so sind sie für die Verbindungen von 1 Mischungsgewicht Metall mit 1 Mischungsgewicht

Sauerstoff	$4,79 + 0,016\,a$
Jod	$7,92 - 0,035\,a$
Brom	$5,34 - 0,008\,a$
Chlor	$3,33$.

Betrachten wir den Uebergangspunkt bei den Oxyden, so sehen wir, daſs er mit der Gränze zwischen den sogenannten leichten und schweren Metallen zusammenfällt, welche bisher nur ungefähr und gewissermaſsen willkührlich bestimmt war, indem zwar die Eintheilung durch das verschiedene Verhalten beider Arten von Metallen angedeutet, die Gränze aber keineswegs durch ein bestimmtes Merkmal festgesetzt war. Daſs also alle leichten Metalle ein geringeres specifisches Gewicht haben als ihre Oxyde, die schweren ein umgekehrtes Verfahren befolgen, ist ein Hauptunterscheidungszeichen zwischen beiden Abtheilungen.

Der Ausdruck für einen solchen Uebergangspunkt besteht, wie wir sahen, meistens aus zwei Gröſsen, einer constanten (die von dem Einfluſs des constanten negativen Bestandtheils herrührt), und einer veränderlichen (die von dem Mischungsgewicht des jedesmaligen in die Verbindung eingehenden Metalls abhängt). Wenn aber in einer Klasse von Verbindungen (wie z. B. bei den Chloriden) das Metall in Hinsicht auf Dichtigkeit sich immer indifferent zeigt ($y = 1$ ist), so kann es, da es überhaupt keinen ändernden Einfluſs auf die Dichtigkeit der Verbindung hat, auch keinen auf den Ausdruck für den Uebergangspunkt haben, und dieser ist alsdann allein von dem Einflusse des negativen, constanten Bestandtheils bedingt, und selbst eine constante Gröſse.

Um zu sehen, wann die kohlensauren, schwefelsauren und salpetersauren Salze specifisch schwerer, wann specifisch leichter sind als die Metalle, aus deren Oxyd

ihre Basis besteht, finden wir aus IX, X und XI als Uebergangspunkt

für die	kohlensauren	Salze die Dichtigkeit	$2{,}71+0{,}021\,a$;
- -	schwefelsauren	- - -	$2{,}72+0{,}056\,a$;
- -	salpetersauren	- - -	$2{,}31+0{,}021\,a$.

Wollen wir aber wissen wie schwer ein Oxyd seyn müsse, um mit gleichviel Mischungsgewicht Säure ein Salz zu bilden, welches dem Oxyd an specifischer Schwere gleichkomme, so geben uns die Formeln VI, VII, VIII als die Uebergangspunkte

für die	kohlensauren	Salze die Dichtigkeit	$1{,}30+0{,}031\,a$;
- -	schwefelsauren	- - -	$1{,}77+0{,}019\,a$;
- -	salpetersauren	- - -	$1{,}54+0{,}017\,a$;

und auch hier wieder ist das Salz specifisch leichter als das Oxyd, wenn diefs letztere eine gröfsere Dichtigkeit hat als die zugehörige von den eben aufgestellten, und umgekehrt.

Selten hat ein Oxyd ein so geringes specifisches Gewicht, wie die zuletzt gegebenen Zahlen, und deshalb sind im Allgemeinen die kohlensauren und salpetersauren Salze leichter als die Oxyde, aus denen sie entstehen. Doch aber finden wir, dafs die Dichtigkeit des Kalis dem eben für die schwefelsauren Salze aufgestellten Uebergangspunkte gerade entspricht, und in der That bestätigt die Erfahrung das sich hieraus Ergebende: nämlich auch nach Versuchen (wie aus dem Obigen zu ersehen ist) stimmen die specifischen Gewichte des Kalis und des schwefelsauren Kalis sehr nahe überein.

Bei der Berechnung einer Verbindung nach der Formel $D=\frac{Ax+ay}{V+v}$ hat das specifische Gewicht des Metalls (in v) zwar einen Einflufs auf die Dichtigkeit der Verbindung; dieser Einflufs ist aber nur mehr oder weniger gering, je nach der Gröfse V. Man kann deshalb

auch umgekehrt nicht mit grofser Sicherheit aus der Dichtigkeit einer Metallverbindung auf das specifische Gewichts des Metalls schliefsen, indem man in der Formel $D = \frac{Ax + ay}{V + \frac{a}{s}}$ s unbekannt setzt, wo $s = \frac{aD}{Ax + ay - DV}$ folgt. Welche Abweichungen sich ergeben, wenn man s auf diese Art aus verschiedenen Verbindungsarten sucht, ersehen wir aus Folgendem: Wir finden

aus der Dichtigkeit von	beobachtet durch	=	die Dichtigkeit von	=
Thonerde	Royer u. Dumas	4,15	Aluminium	1,61
Bittererde	Karsten	3,20	Magnium	0,89
Süfserde	Ekeberg	2,97	Glycium	0,93
Kalkerde	Karsten	3,16	Calcium	1,15
Yttererde	Ekeberg	4,84	Yttrium	3,82
Strontian	Karsten	3,93	Strontium	2,37
Baryt	Karsten	4,73	Baryum	3,60

Ganz anders stellen sich viele dieser specifischen Gewichte heraus, wenn wir sie, mit Zuhülfeziehung der in X gegebenen x, y, z aus den schwefelsauren Salzen, nach den Dichtigkeitsbestimmungen von **Karsten**, berechnen. Dann finden wir

aus der Dichtigkeit von	=	aus der Dichtigkeit von	=
schwefelsaurer Thonerde	2,74	Aluminium	1,50
- - Bittererde	2,61	Magnium	1,09
- - Kalkerde	2,93	Calcium	2,13
schwefelsaurem Strontian	3,59	Strontium	3,35
- - Baryt	4,20	Baryum	5,50

So stark differiren die aus verschiedenen Verbindungen gefundenen specifischen Gewichte desselben Metalls. Um uns aber doch eine annähernd richtige Idee von der noch unbekannten Dichtigkeit der letzten fünf Metalle machen zu können (denn einige ungefähre An-

gaben über Strontium und Baryum sind zu unsicher, als dafs man sie berücksichtigen dürfte), wollen wir aus den Berechnungen nach den Oxyden und den schwefelsauren Salzen das Mittel nehmen; so erhalten wir:

	Spec. Gew.	Spec. Volum.		Spec. Gew.	Spec. Volum.
Aluminium	1,55	5,90	Strontium	2,86	15,07
Magnium	1,01	12,53	Baryum	4,55	15,09
Calcium	1,64	12,51			

Wenn es gleich auffallen mufs, dafs die specifischen Volumina von Magnium und Calcium, und dann die von Strontium und Baryum so aufserordentlich genau zusammentreffen, so ist es doch auch klar, wenn wir das oben über das specifische Volum Gesagte bedenken, dafs wir diefs Uebereinstimmen nicht als zufällig betrachten dürfen. Wenn sich auch Magnium und Calcium im chemischen Verhalten mehr von einander entfernen, als Strontium und Baryum, so ist doch beiden Paaren die Eigenschaft des Isomorphismus gemein. Es liefse sich also auf einen Zusammenhang zwischen gleichem specifischen Volum von Metallen und dem Isomorphismus ihrer Verbindungen schliefsen. Geben wir dieser Betrachtung nach, so sehen wir (aus der Tabelle, in welcher die specifischen Volumina der Oxyde zusammengestellt sind), dafs, wenn im schwefelsauren Strontian Baryt an die Stelle des Strontians tritt, wo die Krystallform ungeändert bleibt, der Raum, den der Baryt nun einnimmt, gröfser ist, als der, den der ausgetretene Strontian erfüllte; den Raum des Strontians gleich 13,00 gesetzt, ist der des Baryts 16,21. Es läfst sich nicht gut denken, wie unter solchen Umständen kein Anlafs zu Krystalländerung gegeben sey. Ganz anders, wenn wir nach der schon obenangeführten Ansicht den schwefelsauren Strontian zusammengesetzt annehmen, aus Schwefelsäure + Sauerstoff einerseits und Strontium andererseits. Wird die Verbindung

zu schwefelsaurem Baryt, so tritt Baryum an die Stelle des Strontiums. In diesem Fall scheiden 43,08 Strontium aus, die einen Raum von 15,07 einnahmen; dafür treten 68,66 Baryum ein, die ein Volum von 15,09 haben, also den vom Strontium verlassenen Raum gerade erfüllen, wobei die Form des Salzes ungeändert bleiben kann. Dieselben Betrachtungen knüpfen sich an den Isomorphismus von Kalkerde und Bittererde; von Eisenoxyd und Manganoxyd; von Eisenoxydul, Manganoxydul, Nikkeloxydul, Kobaltoxydul, Kupferoxyd, wo sich die Verbindungen nach der eben erwähnten oder einer analogen Ansicht betrachten lassen, und wo die specifischen Volumina der Metalle je einer Klasse auf eine merkwürdige Art übereinstimmen, wie die Tabellen, in denen sich die specifischen Volumina der Metalle finden, zeigen.

So kann ferner 1 Mischungsgewicht Chlor in Chloridverbindungen 1 Mischungsgewicht Brom oder Jod bei ungeänderter Krystallform vertreten, weil die Raumerfüllung derselben gleich ist. Das molybdänsaure und das wolframsaure Bleioxyd haben analoge Zusammensetzung und gehören in dasselbe Krystallsystem; das specifische Volum des Molybdäns und das des Wolframs sind gleich. Silber und Gold haben dieselbe Krystallform, und das specifische Volum des Silbers ist genau noch ein Mal so grofs als das des Goldes. — Erlauben auch manche Verschiedenheiten nicht die Annahme, dafs gleiches specifisches Volum *stets* Isomorphismus bedinge, so zeigen doch die eben angeführten Beispiele, dafs in vielen Fällen der Zusammenhang zwischen beiden nicht zu verkennen ist.

Kehren wir, ehe wir diese Betrachtungen schliefsen, noch ein Mal zu den durch Rechnung im Mittel gefundenen specifischen Gewichten jener leichten Metalle zurück. Wir wollen ihre Zulässigkeit noch weiter prüfen, indem wir aus ihnen nach den oben gegebenen Formeln die Dichtigkeiten einiger Verbindungen be-

rechnen, und mit den durch Versuche gefundenen vergleichen.

Sauerstoff und	γ.	δ.
Aluminium	4,15	4,11
Magnium	3,20	3,38
Calcium	3,16	3,71
Strontium	3,93	4,30
Baryum	4,73	5,29

Schwefelsäure und	γ.	δ.
Thonerde	2,74	2,75
Bittererde	2,61	2,57
Kalkerde	2,93	2,80
Strontian	3,59	3,33
Baryt	4,20	4,04

Chlor und	γ.	δ.
Calcium	2,04	2,79
Strontium	2,80	3,15
Baryum	3,70	3,77

Kohlensäure und	γ.	δ.
Kalkerde	2,70	2,81
Strontian	3,62	3,43
Baryt	4,30	4,28

Salpetersäure und	γ.	δ.
Strontian	2,89	2,84
Baryt	3,18	3,37

Diese Vergleichung zeigt, dafs, wenn auch die gefundenen specifischen Gewichte von Magnium, Calcium, Strontium und Baryum nicht als genau anzusehen sind, doch die specifischen Volumina der beiden ersteren und der beiden letzteren unter einander gleich sind, da die Unterschiede zwischen Rechnung und Beobachtung im Allgemeinen in der Art hervortreten, dafs, um sie aufzuheben, die Gleichheit der specifischen Volumina ungeändert bleiben kann.

Die vorstehenden Untersuchungen können nur als eine Annäherung zur Lösung des Problems betrachtet werden; allein sie scheinen mir doch einigermafsen Aufschlufs über diesen noch so wenig bearbeiteten Gegenstand zu geben. Nur genaue Dichtigkeitsbestimmungen *vieler* Körper in *Krystallform* und *bei verschiedenen Temperaturen* können in den Stand setzen, die Frage

in ihrer ganzen Schärfe, namentlich mit Rücksicht auf die Dichtigkeitsänderung durch die Wärme, aufzufassen und zu beantworten.

Ich habe mich hier auf die Dichtigkeitsänderung chemischer Verbindungen, also Mischungen in *bestimmten* Verhältnissen, beschränkt. Auf die Regelmäfsigkeit der Dichtigkeitsänderungen, welche Mischungen in *willkührlichen* Verhältnissen, namentlich bei Verdünnungen, erleiden, werde ich nächstens zurückkommen.

IX. *Ueber Sulfäthylschwefelsäure; von C. Löwig.*

Sulfäthyl- oder Sulfoäthylschwefelsäure nenne ich eine neue Säure, welche ich und Weidmann durch Behandlung des Mercaptans mit Salpetersäure erhalten haben. Mercaptan wird in kleinen Quantitäten in ziemlich starke Salpetersäure gebracht. Im Anfange wird keine Einwirkung beobachtet; nach einiger Zeit verwandelt sich das auf der Säure schwimmende Mercaptan in eine röthliche Flüssigkeit, und gleich darauf beginnt die Oxydation unter starker Wärme-Entwicklung und heftiger Bildung von salpetriger Säure. Ist die Einwirkung beendigt, so wird von Neuem Mercaptan zugefügt, und die Operation so oft wiederholt, als noch Oxydations-Erscheinungen beobachtet werden. Wird rauchende Säure angewandt, so ist die Einwirkung so heftig, dafs sich das Mercaptan entzündet. Verdünnte Säure wirkt in der Kälte gar nicht ein; in der Wärme bildet sich ebenfalls die röthliche Flüssigkeit, und gleich darauf tritt die Oxydation ein. Die nach beendigter Reaction zurückbleibende Flüssigkeit ist ein Gemenge von Schwefelsäure und Sulfäthylschwefelsäure; von letzterer scheint um so

mehr gebildet zu werden, je verdünnter die Salpetersäure angewandt wird. Zur Entfernung der noch vorhandenen Salpetersäure wird das Ganze auf dem Wasserbade abgedampft. Der syrupähnliche Rückstand wird in Wasser gelöst und mit kohlensaurem Baryt gesättigt. Die vom schwefelsauren Baryt abfiltrirte Flüssigkeit liefert nach dem Abdampfen bis auf den Krystallisationspunkt sehr schöne Krystalle von sulfäthylschwefelsauren Baryt. Die Krystalle werden in Wasser gelöst, die Lösung mit überschüssiger Schwefelsäure versetzt, und vom schwefelsauren Baryt abfiltrirt. Das Filtrat wird mit kohlensaurem Bleioxyd so lange digerirt, bis sich Bleioxyd in der Lösung befindet. Es wird abermals filtrirt, und das aufgelöste Blei durch Schwefelwasserstoff gefällt. Die vom Schwefelblei und überschüssigen Schwefelwasserstoff befreite Flüssigkeit hinterläfst beim Abdampfen auf dem Wasserbade die Sulfäthylschwefelsäure, in welcher keine Spur Schwefelsäure erkannt werden kann.

Die Säure besitzt einen stark sauren Geschmack, welcher hintennach höchst unangenehm ist, und die gröfste Aehnlichkeit mit dem Geruch des Phosphorwasserstoffs besitzt; sie ist geruchlos, und liefert blofs lösliche Salze.

Sulfäthylschwefelsauren Baryt.

Das Barytsalz dieser Säure krystallisirt sehr leicht in farblosen, durchsichtigen, schiefen, rhombischen Tafeln mit Abstumpfungen. In Wasser ist es leicht löslich, aber unlöslich in absolutem Weingeist. Von wäfsrigem Weingeist wird es gelöst, aus der Lösung aber durch Zusatz von starkem Weingeist nach einiger Zeit in weifsen, flockigen Krystallen wieder gefällt. Das Barytsalz besitzt den gleichen unangenehmen Geschmack wie die Säure. Die Krystalle enthalten Wasser; sie verlieren dasselbe aber schon unter 100°, werden weifs und undurchsichtig.

1) 1,155 Grm. verloren bei 120° in einem trocknen Luftstrom 0,060 Grm. oder 5,19 Proc. Wasser.

Die folgenden Analysen wurden sämmtlich mit dem ausgetrockneten Salze vorgenommen.

2) 0,537 Grm. Barytsalz mit Kupferoxyd verbrannt, gaben:

Kohlensäure	0,280	= Kohlenstoff	0,0774
Wasser	0,151	= Wasserstoff	0,0168.

100 Theile enthalten demnach:

Kohlenstoff	14,41
Wasserstoff	3,13.

3) 0,464 Grm. mit kohlensaurem Kali und Salpeter geschmolzen, gaben:

a) 0,317 schwefelsauren Baryt = 0,208 oder 44,83 Procent Baryt, welche beim Auflösen der geschmolzenen Masse ungelöst zurückblieben.

b) 0,354 schwefelsauren Baryt, erhalten durch Fällung der aufgelösten Schwefelsäure.

0,354 + 0,317 = 0,67 schwefelsaurer Baryt = 0,0925 oder 19,94 Proc. Schwefel.

100 Th. bei 120° ausgetrockneten Barytsalzes enthalten daher:

Kohlenstoff	14,41
Wasserstoff	3,13
Sauerstoff	17,69
Schwefel	19,94
Baryt	44,83
	100,00.

4) 0,525 Barytsalz gaben:

Kohlensäure	0,273	= Kohlenstoff	0,0755
Wasser	0,144	= Wasserstoff	0,0160

100 Theile enthalten daher:

Kohlenstoff	14,38
Wasserstoff	3,05.

5) 0,779 Salz gaben:

a) 0,530 schwefelsauren Baryts = 0,3478 oder 4
Proc. Baryt.

b) 0,548 schwefelsauren Baryts.

0,530 + 0,548 = 1,078 schwefelsaurer Baryt = 0,1
oder 19,09 Proc. Schwefel.

6) 0,539 Grm. Salz gaben 0,367 schwefelsauren
ryts = 0,2409 oder 44,69 Proc. Baryt.

100 Th. bei 120° getrockneten Barytsalzes entha
demnach:

	4. und 5.	6.
Kohlenstoff	14,38	
Wasserstoff	3,05	
Sauerstoff	18,83	
Schwefel	19,09	
Baryt	44,65	44,69
	100,00.	

Auf Atome berechnet, wurde erhalten:

			Berechnet.
4 At.	Kohlenstoff	305,74	14,38
10 -	Wasserstoff	62,39	2,93
4 -	Sauerstoff	400,00	18,80
2 -	Schwefel	402,33	18,91
1 -	Baryt	956,88	44,98
		2127,34	100,00.

Das krystallisirte Barytsalz besteht aus:

		Berechnet.	Gefund
1 At. sulfoäthylschwefelsauren Baryts	2127,34	94,98	94,8
1 At. Wasser	112,48	5,02	5,1
	2239,82	100,00	100,0

Der sulfäthylschwefelsaure Baryt erträgt eine s
hohe Temperatur, ohne eine Zersetzung zu erleiden.
Anfang der Zersetzung wird er schwarz, und entwic

dann flüchtige Producte, welche einen höchst unangenehmen stechenden Geruch besitzen und mit einer violetten Flamme verbrennen; zugleich entweicht schweflige Säure. Bei der trocknen Destillation entwickeln sich schwefelhaltige Producte, und es bleibt ein kohliger Rückstand, welcher sehr pyrophorisch ist. Wird das Salz mit Kalihydrat geschmolzen und dann mit Salzsäure übersättigt, so entweicht schweflige Säure, während schwefelsaurer Baryt zurückbleibt.

Ueber die Zusammensetzung der Sulfäthylschwefelsäure.

Nach den erhaltenen Resultaten kann für die Sulfäthylschwefelsäure folgende rationelle Formel aufgestellt werden:

$$(C_4H_{10})SO+\dddot{S}.$$

Sie bestände demnach aus Aethyl, verbunden mit Schwefel und Sauerstoff +1 At. Schwefelsäure. Die Formel $C_4H_{10}+2\ddot{S}$ möchte, wenn auf die Bildung dieser Säure Rücksicht genommen wird, kaum der Erwähnung verdienen.

Im Bande XXXXVI S. 87 habe ich und Weidmann eine Säure beschrieben, welche durch Oxydation des Schwefelätherins mittelst Salpetersäure erhalten wird. Wir haben für diese Säure die Formel:

$$(C_2H_4S_4)\dddot{S}+\dddot{S}\dot{H}$$

festgestellt, und angenommen, dafs in dem bei 140° getrockneten Barytsalz dieser Säure 1 At. Wasser enthalten sey. Wird jedoch angenommen, das Barytsalz sey ein wasserfreies, so würde die Formel:

$$(C_2H_6)S_4O+2\dddot{S}\ ^{1})$$

das wasserfreie Salz bezeichnen. Diese Säure, welche Sulfätherinschwefelsäure genannt werden kann, sättigt, ähnlich der Aetherschwefelsäure, halb so viel Basis, als der angenommenen Schwefelsäure entspricht; die Sulf-

1) C_2H_6 ist das Radical des Holzäthers.

äthylschwefelsäure sättigt genau so viel Basis als der vorhandenen Schwefelsäure zukommt. Jedoch könnte auch die Sulfätherinschwefelsäure mit $(C_2H_6)S_{\frac{1}{2}}O_2 + \overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{S}$ oder mit $(C_2\,H_4)\,S_{\frac{1}{2}}O + \overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{S} + \dot{H}$ bezeichnet werden.

Wird die Zusammensetzung dieser Säure mit der Benzin- und Naphthalinschwefelsäure verglichen, so ist eine Uebereinstimmung in der Zusammensetzung nicht zu verkennen. Sowohl Benzin- als Naphtalinschwefelsäure können als Verbindungen von Sulfobenzid und Sulfonaphtalin mit Schwefelsäure betrachtet werden [1]). Eben so kann die Sulfäthylschwefelsäure als eine Verbindung von Sulfoäthyl mit Schwefelsäure, und die Säure, welche durch Oxydation des Schwefelätherins mit Salpetersäure erhalten wird, als eine Verbindung von Sulfoätherin mit Schwefelsäure oder Unterschwefelsäure angesehen werden.

Naphtalinschwefelsäure	$(C_{20}H_{16})SO_2 + \dddot{S}$
Benzinschwefelsäure	$(C_{12}H_{10})SO_2 + \dddot{S}$
Sulfäthylschwefelsäure	$(C_4\,H_{10})SO + \dddot{S}$
Sulfätherinschwefelsäure	$(C_2\,H_6\,)S_{\frac{1}{2}}O + 2\dddot{S}$
- -	$(C_2\,H_6\,)S_{1\frac{1}{2}}O_2 + \overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{S}$.

Der Unterschied besteht hauptsächlich darin, dafs im Sulfonaphtalin $(C_{20}H_{16}SO_2)$ und im Sulfobenzid 2 At. Sauerstoff auf 1 At. Schwefel vorkommen, während im Sulfoäthyl $(C_4H_{10}SO)$ nur 1 At. Sauerstoff enthalten ist. Nun aber fragt es sich, in welcher Verbindung befinden sich Schwefel und Sauerstoff in Sulfonaphtalin —? Ist z. B. das Sulfonaphtalin eine Verbindung $=C_{20}H_{16}+\ddot{S}$, oder besteht es aus $(C_{20}H_{16})S+\dot{S}$ oder aus $(C_{20}H_{16})S+O_2$? — Berzelius bemerkt, dafs im Sulfonaphtalin nicht wohl schweflige Säure angenommen werden könne. Da bei der Einwirkung der Salpetersäure auf Mercaptan und Schwefelätherin nicht

1) Diese Annalen, Bd. XXXXIV S. 376 und 411

aller Schwefel in Schwefelsäure umgewandelt wird, so kann diefs als ein directer Beweis dienen, dafs in der Sulfäthyl- und Sulfätherinschwefelsäure weder unterschweflige Säure noch schweflige Säure enthalten seyn kann, denn beide wären sicherlich durch Salpetersäure zu Schwefelsäure oxydirt worden; deshalb ist auch die Annahme von schwefliger Säure und Unterschwefelsäure in beiden Säuren nicht statthaft.

Am einfachsten, glaube ich, erklärt sich die Zusammensetzung des Sulfonaphtalins etc., wenn angenommen wird, dafs sich Schwefel und Sauerstoff einander in Verbindungen vertreten, ohne dafs dadurch der Charakter derselben eine wesentliche Veränderung erleidet. Das Sulfonaphtalin kann als eine Verbindung von 2 At. Naphtalin mit 2 At. Sauerstoff angesehen werden, in welcher 1 At. Sauerstoff durch 1 At. Schwefel vertreten ist. Das Sulfoäthyl wäre Aethylsuperoxyd, in welchem 1 At. Sauerstoff gleichfalls durch 1 At. Schwefel vertreten wird. Um dieses Vertreten auszudrücken, können die Zeichen für Schwefel und Sauerstoff übereinandergesetzt werden, wie diefs in der Mineralchemie im Gebrauch ist. Demnach wäre:

Naphtalinschwefelsäure	$C_{20}H_{16}\left\{\begin{matrix}S\\O_2\end{matrix}\right.+\dddot{S}$
Benzinschwefelsäure	$C_{12}H_{10}\left\{\begin{matrix}S\\O_2\end{matrix}\right.+\dddot{S}$
Sulfäthylschwefelsäure	$C_4\ H_{10}\left\{\begin{matrix}S\\O\end{matrix}\right.+\dddot{S}$
Sulfätherinschwefelsäure	$C_2\ H_6\left\{\begin{matrix}S_{\frac{1}{2}}\\O\end{matrix}\right.+2\dddot{S}$

Ich habe in meiner Chemie der organischen Verbindungen dieses Vertreten der elektro-negativen Elemente allgemein geltend zu machen gesucht. So betrachte ich das Chlorbenzoyl als eine Benzoësäure, in

welcher 1 At. Sauerstoff durch Chl_2 vertreten wird, also $C_{14}H_{10} = Bz$ gesetzt, $Bz\left\{\begin{matrix}Chl_2\\O_2\end{matrix}\right.$. Der Oxychlorcarbonäther ist doppelt kohlensaurer Aether, in welchem 1 At. Sauerstoff gleichfalls durch Chl_2 versetzt ist. Die von Regnault entdeckte Chlorschwefelsäure ist $S + \left\{\begin{matrix}Chl_2\\O_2\end{matrix}\right.$. Wird dieselbe mit Ammoniakgas behandelt, so entsteht Salmiak und Sulfamid, was sich aus der angenommenen Zusammensetzung sehr leicht erklärt. Nach dieser Ansicht ist man nicht genöthigt organische ternäre Radicale anzunehmen, in welchen Sauerstoff enthalten ist.

Berzelius betrachtet die genannten Verbindungen als Doppelverbindungen von Chlor und Sauerstoffverbindungen. So ist nach ihm

$$Bz\,Cl_3 + 2\dddot{Bz} = \text{Chlorbenzoyl}$$
$$C\,Cl_2 + \ddot{C} = \text{Chlorkohlenoxyd}$$
$$S_3\,Cl_3 + 2\dddot{S} = \text{Chlorschwefelsäure}$$

u. s. w.; analog der von Rose entdeckten Verbindung der Chromsäure mit 3fach Chlorchrom. Da bei der Bildung der Amide aus den genannten Chlorverbindungen das Chlor austritt und eine aequivalente Anzahl Amid in die zersetzte Verbindung eingeht, so könnten nach dieser Ansicht das Benzamid, Kohlenamid und Sulfamid, als Verbindungen von Benzoylamid mit Benzoësäure, Kohlenstoffamid mit Kohlensäure, und Schwefelamid mit Schwefelsäure betrachtet werden. Da das Chlorspiroyl und Bromspiroyl sich, ohne eine Zersetzung zu erleiden, mit den Salzbasen verbinden, und aus ihren Verbindungen wieder unverändert abgeschieden, und auch durch Behandlung mit Wasser nicht zerlegt werden, so möchte es schwierig seyn, die von Berzelius aufgestellte Theorie auf diese Verbindung zu übertragen. Genügend jedoch wird diefs Verhalten des Chlor- und Bromspiroyls durch die Formel $C_{12}H_{10}\left\{\begin{matrix}Chl_2\\O_4\end{matrix}\right.$ erklärt.

Weid-

Weidmann und ich beschäftigen uns gegenwärtig mit den Salzen dieser Säure, und werden nach beendigter Arbeit über dieselben, so wie über deren Destillationsproducte berichten.

X. *Ueber Schwefelsäure-Bildung;* *von Heinr. Rose.*

Es ist bekannt, dafs Schwefelwasserstoffgas die höheren Oxyde einiger Metalle in ihren Auflösungen zu niedrigeren Oxydationsstufen reducirt. Man nimmt gewöhnlich an, dafs diese Reduction durch Bildung von Wasser veranlafst wird, und die gleichzeitige Abscheidung von Schwefel berechtigt zu dieser Annahme. Ich hatte indessen schon seit längerer Zeit hierbei bisweilen die Bildung von Schwefelsäure bemerkt, die ich in anderen Fällen nicht wahrnehmen konnte. Diese Thatsache veranlafste die folgenden Versuche.

In einer *Eisenoxydauflösung* erzeugt sich durch Schwefelwasserstoffgas in der Kälte keine Schwefelsäure. Löst man frisch gefälltes Eisenoxyd in Essigsäure auf, und versetzt die Auflösung mit vieler freier Essigsäure, um so viel wie möglich beim Durchleiten des Schwefelwasserstoffgases die Bildung von Schwefeleisen zu vermeiden, so findet man in der Auflösung keine Schwefelsäure. Auch wenn man die Auflösung während des Durchleitens des Gases erhitzt, erzeugt sich diese Säure nicht.

Wird eine *Eisenchloridauflösung*, sie mag neutral oder mit freier Chlorwasserstoffsäure versetzt worden seyn, mit Schwefelwasserstoffgas in der Kälte behandelt, so scheidet sich nur Schwefel ab, ohne dafs sich Schwefelsäure erzeugt. Erhitzt man indessen die Auflösung während des Durchleitens des Gases, so findet man in

der Auflösung Schwefelsäure, eine Bildung dieser Säure, die mir unter diesen Umständen bemerkenswerth zu seyn scheint. Sie findet sowohl statt, wenn man sich einer Auflösung bedient, die durch Behandlung von Eisen mit Chlorwasserstoffsäure und einem Zusatz von Salpetersäure bereitet worden ist, als auch bei einer Auflösung von reinem Eisenchlorid, das durch Erhitzen von Eisen in Chlorgas erzeugt wurde, und das keine Spur von etwa anhängendem freien Chlor enthielt. Diese Auflösungen wurden mit freier Chlorwasserstoffsäure versetzt, um die Abscheidung von Eisenoxyd durch's Kochen zu vermeiden. — Man kann daher die Bildung der Schwefelsäure unter den erwähnten Umständen nicht einer Einmengung einer kleiner Menge von Salpetersäure zuschreiben.

Man mufs diese Thatsache beachten, wenn man die Menge des Eisenoxyds in einer Auflösung, die zugleich noch Eisenoxydul enthält, durch die Menge des Schwefels bestimmen will, der bei Behandlung derselben durch Schwefelwasserstoff gefällt wird. Es ist nöthig die Auflösung nur in der Kälte mit Schwefelwasserstoff zu behandeln.

Wird eine verdünnte Auflösung von neutralem *chromsauren Kali* mit Essigsäure versetzt und mit Schwefelwasserstoff in der Kälte behandelt, so bildet sich keine Schwefelsäure. Dasselbe ist auch der Fall, wenn zu der Auflösung Chlorwasserstoffsäure gesetzt wird, und dieselbe so verdünnt ist, dafs diese Säure nicht reducirend auf die Chromsäure wirken kann. Es scheidet sich nur Schwefel ab, der aber, besonders im ersteren Falle, sich erst nach einigen Tagen vollständig absondert. Bisweilen, aber nur selten, habe ich hierbei sehr geringe Spuren von Schwefelsäure bemerkt, doch dieselben waren aufserordentlich unbeträchtlich.

Leitet man indessen Schwefelwasserstoffgas durch eine erhitzte verdünnte Auflösung von neutralem chrom-

sauren Kali, die mit Chlorwasserstoffsäure oder mit Essigsäure versetzt worden ist, so bildet sich eine bedeutende Menge von Schwefelsäure, und zwar ist dieselbe beträchtlicher, als die, die durch Behandlung einer Eisenchloridauflösung in der Wärme mit Schwefelwasserstoff entsteht. Zugleich indessen scheidet sich Schwefel, doch in geringer Menge, ab. Man könnte zwar, bei Gegenwart von Chlorwasserstoffsäure, diese Bildung der Schwefelsäure dem Chlor zuschreiben, das bei Einwirkung jener Säure auf Chromsäure frei wird, obgleich die Bildung der Schwefelsäure auch bei so verdünnten Auflösungen unter den erwähnten Umständen stattfindet, dafs die Chlorwasserstoffsäure keine Einwirkung auf die Chromsäure mehr ausüben kann. Da indessen auch bei Gegenwart von Essigsäure, welche zu den wenigen organischen Substanzen gehört, die auf Chromsäure nicht reducirend einwirken, die Bildung von Schwefelsäure eben so gut stattfindet, so wird diese nicht durch Einwirkung des Chlors auf den sich ausscheidenden Schwefel des Schwefelwasserstoffs gebildet, sondern durch die der Chromsäure auf dasselbe.

Eine Auflösung von *jodsaurem Kali* oder *Natron* wird schon in der Kälte durch Schwefelwasserstoffgas zersetzt und in derselben sehr viel Schwefelsäure erzeugt. Sie wird hierbei durch freies Jod braunroth, aber durch fernere Einwirkung des Schwefelwasserstoffs farblos. Der Absatz von Schwefel, der hierbei erfolgt, rührt daher wohl von der Verwandlung des frei gewordenen Jods in Jodwasserstoffsäure her. Die Auflösung röthet nach der Zersetzung das Lackmuspapier bedeutend, und enthält neben Schwefelsäure Jodwasserstoffsäure, und keine Jodsäure. Nach Zerstörung des Schwefelwasserstoffs durch Kupferoxydauflösung bringt in der vom Schwefelkupfer getrennten Auflösung salpetersaure Silberoxydauflösung einen in Ammoniak nicht löslichen Niederschlag hervor. — Eine Mengung von freiem Jod mit Wasser

wird bekanntlich durch Schwefelwasserstoffgas in Jodwasserstoffsäure unter Schwefelabsatz verwandelt, ohne dafs sich dabei Schwefelsäure erzeugt. Wird indessen jene Mengung erhitzt, während Schwefelwasserstoffgas durch sie geleitet wird, so bildet sich eine geringe Menge von Schwefelsäure.

Eine Auflösung von *bromsaurem Kali* verhält sich gegen Schwefelwasserstoffgas der des jodsauren Kalis ähnlich. Schon in der Kälte wird in ihr Schwefelsäure und Bromwasserstoffsäure unter Absatz von Schwefel erzeugt.

Dahingegen wird eine Auflösung von *chlorsaurem Kali* durch Schwefelwasserstoffgas weder in der Kälte noch bei der Kochhitze zersetzt. Es erzeugt sich keine Schwefelsäure und Chlorwasserstoffsäure, und die Auflösung verliert ihre Neutralität nicht. Wird sie opalisirend von einer Spur sich ausscheidenden Schwefels, so geschieht diefs nur durch Zersetzung des Schwefelwasserstoffs vermittelst der atmosphärischen Luft. Zerstört man in der Auflösung den Schwefelwasserstoff durch eine Kupferoxydauflösung, so giebt in der vom Schwefelkupfer getrennten Flüssigkeit eine Silberoxydauflösung keinen Niederschlag von Chlorsilber.

Vollkommen eben so, wie eine Auflösung von chlorsaurem Kali, verhält sich eine Auflösung von *überchlorsaurem* Kali gegen Schwefelwasserstoff.

Es ist bekannt, dafs gewöhnlich der aus Flüssigkeiten sich abscheidende fein zertheilte Schwefel nicht die dem Schwefel eigenthümliche gelbe, sondern eine weifse oder graue Farbe besitzt. Schon seit längerer Zeit hat man über die Ursache dieser Farbenverschiedenheit gestritten, und ist fast immer zu der Meinung zurückgekehrt, dafs dieselbe von einem verschiedenen Grade der Vertheilung herrühre. Betrachtet man die sogenannte

Schwefelmilch und die Schwefelblumen unter dem Mikroskop, so sieht man zwar, dafs die Schwefelmilch aus kleineren, die Schwefelblumen aus gröfseren Körnern bestehen; aber diefs ist gewifs nicht die einzige Ursache der Verschiedenheit zwischen beiden.

Man hat, wie ich glaube, den Umstand übersehen, dafs der sich aus Flüssigkeiten abscheidende Schwefel nur in den Fällen nicht die ihm eigenthümliche gelbe Farbe besitzt, wenn er aus Auflösungen sich ausscheidet, die freien Schwefelwasserstoff enthalten. Je mehr dieselben davon enthalten, desto weifser scheint die Farbe des sich absondernden Schwefels zu seyn. Am weifsesten ist daher derselbe, wenn er sich in mit Schwefelwasserstoff gesättigtem Wasser bildet, in welchem durch den Zutritt der Luft der Wasserstoff des Schwefelwasserstoffs nach und nach oxydirt worden ist.

Fällt man hingegen fein zertheilten Schwefel aus Auflösungen, die keinen freien Schwefelwasserstoff enthalten, so ist er auch in kleinen Mengen von gelber Farbe. Man braucht nur eine geringe Menge der Auflösung eines unterschweflichtsauren Alkalis durch eine Säure zu zersetzen, um sich von der Wahrheit dieser Behauptung zu überzeugen.

Der weifse oder graue Schwefel (Schwefelmilch) enthält eine sehr geringe Menge von Schwefelwasserstoff — wohl als Wasserstoffsupersulfür. Schmilzt man ihn, und leitet die geringe Menge des sich entwickelnden Gases vermittelst eines Stromes von atmosphärischer Luft von der Oberfläche des geschmolzenen Schwefels in eine Bleioxydauflösung, so erhält man eine nicht unbeträchtliche Menge von Schwefelmetall. Ich habe eine grofse Menge von Modificationen dieses weifsen Schwefels, auf verschiedene Weise bereitet, auf diese Art behandelt, und immer dasselbe Resultat erhalten.

Beim Schmelzen von Schwefelblumen oder Stangenschwefel erhält man zwar bisweilen ebenfalls etwas Schwe-

felwasserstoffgas, doch ist die Menge desselben so außerordentlich unbeträchtlich, daſs sie nicht mit der verglichen werden kann, die beim Schmelzen von Schwefelmilch entwickelt wird.

Die geringe Menge des Schwefelwasserstoffs in der Schwefelmilch kann durch Wasser nicht aus derselben fortgenommen werden, denn alle untersuchten Modificationen derselben waren mit Wasser so lange ausgewaschen worden, bis dasselbe die Bleioxydauflösung vollkommen unverändert lieſs.

XI. *Ueber Farbenerscheinungen an einem gelben Glase; von A. Splittgerber.*

Eine gewisse Nüance gelben Glases wird dadurch erhalten, daſs man eine verkohlbare Substanz zum gewöhnlichen weiſsen Glassatz mischt, z. B. Borke, Weinstein, dabei aber jeden Sauerstoff abgebenden Zusatz wegläſst; man hält daher im Allgemeinen dafür, daſs die Färbung von Kohle herrührt. Bei näherer Untersuchung bin ich aber der Meinung geworden, daſs die gelbe Farbe von Schwefel oder vielmehr von Schwefelalkalien veranlaſst wird, welche aus den, die angewandte Pottasche oder Soda verunreinigenden schwefelsauren Salzen durch den Kohlenzusatz reducirt worden sind.

Dieses Glas besitzt, sobald es hinreichend intensiv gefärbt ist, mehrere merkwürdige Eigenschaften, auf welche aufmerksam zu machen ich mir hier erlaube, da dieselben zu verschiedenen physikalischen Zwecken benutzt werden können.

Das braungelbe Glas läuft nämlich, bis zu einem gewissen, nicht zu hohen Hitzgrad erwärmt, dunkel an,

so daſs es zuletzt ganz schwarz und undurchsichtig wird, und das schwarze Glas giebt, welches man zu den Polarisations-Apparaten verwendet, dem Obsidian sehr ähnlich, und, wie dieser, an den Kanten schwarzgelblich durchscheinend ist. Einer höheren Temperatur aber beim Zutritt der Luft ausgesetzt oder vor dem Löthrohr behandelt, wird das schwarze Glas wieder durchsichtig und hellgelber. Dieser Farbenwechsel hängt wohl von den bekannten Erscheinungen beim Erhitzen des Schwefels und der Schwefelalkalien ab, welche hier, von der Glasmasse umhüllt, gleichsam gefesselt werden.

Bis zu einem gewissen Grade schwarz angelaufen und von der erforderlichen Dicke eignet sich dieses Glas sehr gut zur Beobachtung der Sonne, die dadurch ihrer Strahlen beraubt wird und dabei orangeroth erscheint, während das Glas selbst roth gefärbt aussieht.

Das Farbenspectrum damit beobachtet, löscht dieſs Glas bei zunehmender Dicke und Färbung alle stärker gebrochenen Strahlen aus, bis zuletzt das äuſserste Roth allein noch sichtbar bleibt, in der Art nämlich, daſs dünnes, schwarz angelaufenes Glas das Licht allein durchläſst, dagegen das braungelbe Glas noch roth, orangegelb und etwas grün zu sehen gestattet, welches letztere immer mehr verschwindet, je dicker die Glasschicht ist, und es hat hierin die gröſste Analogie mit erhitztem Schwefel, durch welches ich auch das Spectrum betrachtet habe. Ferner bemerkte ich noch eine auffallende, wie ich glaube, subjective Farbenerscheinung, bei Versuchen mit diesem Glase. Wenn man nämlich eine braungelb gefärbte Glasscheibe vor einen Spiegel hält und durch dieselbe auf ihr Bild im Spiegel blickt, so erscheint letzteres beim ersten Eindruck deutlich violett, und es erfordert ein längeres Fixiren, um sich zu überzeugen, daſs das Bild doch nur dunkler braungelb ist; dasselbe findet statt, wenn man durch eine gröſsere gelbe Scheibe eine kleinere betrachtet. Die geforderte vio-

lette Färbung der doppelten, also dunkleren Glasschicht rührt wohl vom Gegensatz der helleren Umgebung zur dunkleren Mitte auf das Auge her, da sie verschwindet, wenn beide Platten einander decken.

Viel deutlicher und beständiger sieht man eine röthliche Färbung, wenn man beim Tageslicht durch zwei solche, in beliebiger Entfernung hinter einander gehaltenen, braungelben Glasscheiben Sonnenstrahlen fallen läfst, an dem auf weifs Papier aufgefangenen Schatten.

Endlich thue ich noch, da es mir zeitgemäfs erscheint, eines Curiosums Erwähnung, wo die Sonnenstrahlen, wenn ich mich so ausdrücken darf, auch in der Schreibekunst etwas geleistet haben, aber nicht auf der Oberfläche allein, sondern durch die Masse hindurch Schriftzüge eingeschrieben haben, und wenn die Sache auch auf einer sehr bekannten Erfahrung beruht, so ist doch vielleicht noch nicht ein so auffallendes Beispiel ihrer Wirksamkeit bekannt geworden. Ich besitze nämlich eine Spiegelglas, welches wohl über 20 Jahr in einem Fenster als Scheibe gesessen hat, auf welcher mit vergoldeten Buchstaben eine Inschrift sich befand. Diese Scheibe wurde von der Schrift befreit, und auf beiden Seiten abgeschliffen und dann wieder polirt, um eine neue Oberfläche zu erhalten. Als das Glas hierauf polilirt worden war, zeigte sich die Schrift wieder ganz deutlich zu lesen, und zwar in der Art, dafs die Stelle, welche unter den Buchstaben sich befand, weifs geblieben ist, das übrige Glas aber einen violetten Stich, wegen seines Braunsteingehalts, angenommen hat, welche Färbung durch die ganze Masse geht, wie das Abschleifen der Oberfläche beweifst. Auch unbelegte Theile der Scheibe, besonders wenn sie auf einen weifsen Grund gelegt werden, zeigen die deutlich lesbaren Schriftzüge.

Berlin, den 1. Mai 1839.

XII. *Ueber die chemische Zusammensetzung des Datoliths und des Botryoliths;* *von Carl Rammelsberg.*

Datolith.

Zu den interessantesten Mineralgattungen gehören in Betreff ihrer Mischung der *Datolith* und der *Botryolith*, beide im Qualitativen derselben schon seit langer Zeit als identisch betrachtet, und aus Kieselsäure, Borsäure, Kalkerde und Wasser zusammengesetzt. Klaproth gebührt das Verdienst, die Anwesenheit der Borsäure im Datolith zuerst nachgewiesen zu haben, so wie er denn auch versuchte, die relativen Mengen sämmtlicher Bestandtheile zu bestimmen [1]). Nach seiner Untersuchung besteht der Datolith von *Arendal* aus:

Kieselsäure	36,5
Kalkerde	35,5
Borsäure	24,0
Wasser	4,0
	100.

Klaproth hat sämmtliche Bestandtheile direct bestimmt; die Borsäure namentlich dadurch, dafs er die vom Kalk durch kohlensaures Natron befreite Flüssigkeit mit Schwefelsäure übersättigte, zur Trockne verdampfte, die Borsäure aus dem Rückstande mittelst Alkohol auszog und denselben dann abdestillirte; die zurückbleibende Säure wurde sodann geglüht. Dieses Verfahren kann bekanntlich kein genaues Resultat geben, weil sich ein Theil Borsäure mit den Dämpfen des Wassers, und noch mehr mit denen des Alkohols verflüchtigt, und es ist wohl nur dem Zufall zuzuschreiben, wenn

1) Beiträge, IV, S. 354.

die Analyse Klaproth's keinen Verlust zeigt, um so mehr, als die von ihm gefundene Menge der Borsäure, wie wir sogleich sehen werden, sogar zu grofs ausgefallen ist, ein leicht erklärlicher Umstand, in sofern der Alkohol sicher auch eine kleine Quantität schwefelsaures Natron aufgenommen hatte.

Später haben wir eine Analyse des *Datoliths* von *Andreasberg* durch Stromeyer erhalten, welche sich, wie alle analytischen Arbeiten dieses Chemikers, durch ihre Genauigkeit und Schärfe auszeichnet [1]). Zwei Versuche gaben:

	I.	II.
Kieselsäure	37,556	37,157
Kalkerde	35,445	35,887
Borsäure	18,847	19,690.

Stromeyer fand, dafs das Wasser, welches der Datolith beim Glühen abgiebt, völlig rein ist. Drei Versuche ergaben dessen Menge zu 5,776—5,734—5,627 Proc.

Die Analyse geschah auf gewöhnliche Art, der Kalk wurde in der Siedhitze aus der mit Ammoniak neutralisirten Flüssigkeit mittelst kohlensauren Ammoniaks gefällt, und die Borsäure aus dem Verlust berechnet, da die directe Bestimmung durch Abdampfen, wegen theilweiser Verflüchtigung der Säure, kein zuverlässiges Resultat lieferte; indem er aus jenen Versuchen das Mittel nahm, erhielt er:

Kieselsäure	37,36
Kalkerde	35,67
Borsäure	21,26
Wasser	5,71
	110.

Unter diesen Umständen könnte es scheinen, als ob eine erneuerte Untersuchung des Datoliths überflüssig

1) Diese Annalen, Bd. XII S. 155.

wäre. Allein wenn man mit Klaproth's und Stromeyer's Resultaten die Formeln vergleicht, welche bisher für dieses Fossil aufgestellt worden sind, so findet man, dafs keine derselben mit jenen übereinstimmt, und dafs daher entweder die chemische Constitution des Datoliths bisher unrichtig genommen, oder bei den vorhandenen Analysen irgend ein nicht beachteter Umstand die Ursache solcher Differenzen seyn müsse.

Zum Beweise, dafs alle bisher versuchten Formeln für den Datolith jenen Zahlen, welche die Versuche geben, nicht entsprechen, werde ich hier unter andern nur die von Berzelius (dessen Anwendung des Löthrohrs, 3. Aufl. S. 258) und die von v. Kobell (dessen Grundzüge der Mineralogie, S. 232) gegebenen wählen.

Nach Berzelius ist der Datolith eine Verbindung von gleichen Atomen doppelt borsaurem Kalk, doppelt kieselsaurem Kalk und Wasser:

$$\dot{Ca}\dddot{B}^2 + \dot{Ca}\dddot{Si}^2 + \dot{H},$$

wonach der Sauerstoff der Kieselsäure, der Kalkerde, der Borsäure und des Wassers =6 : 2 : 6 : 1, und die berechnete Mischung folgende wäre:

		Sauerstoff.
Kieselsäure	40,491	21,039
Kalkerde	24,970	7,014
Borsäure	30,594	21,042
Wasser	3,945	3,507
	100.	

Hier sind aber 10 Proc. Kalkerde zu wenig, und eben so viel Borsäure zu viel, so dafs die Aufstellung dieser Formel auf irgend einem zufälligen Irrthum beruhen möchte.

Viel näher kommt v. Kobells Formel, welche den Datolith als eine Verbindung von 2 At. neutraler borsaurer Kalkerde, 3 At. neutralem kieselsauren Kalk und 2 At. Wasser hinstellt:

$$2\dot{Ca}\ddot{B}+3\dot{Ca}\dddot{Si}+2\dot{H},$$

wobei zu bemerken ist, dafs v. Kobell in seinem ne sten Werke die Borsäure $=\overset{\vdots\vdots\vdots}{B}$ setzt, obwohl Berz lius schon vor längerer Zeit gezeigt hat, dafs sie $\dddot{B}$ betrachtet werden müsse, so dafs v. Kobell's F mel eigentlich

$$\dot{Ca}^2\overset{\vdots\vdots\vdots}{B}+3\dot{Ca}\dddot{Si}+2\dot{H}$$

ist. Das Sauerstoffverhältnifs von $\dddot{Si}$, $\dot{Ca}$, $\dddot{B}$ und $\dot{H}$ hier $=9:5:6:2$, und die berechnete Zusamme setzung:

		Sauerstoff.
Kieselsäure	37,574	19,523
Kalkerde	38,619	10,848
Borsäure	18,927	13,017
Wasser	4,880	4,338
	100.	

Aber auch diese Formel entfernt sich noch allzu se von dem Resultat der Versuche; sie erfordert 3 Proce mehr Kalkerde, und giebt den Wasser- und Borsäu gehalt unbedingt zu niedrig an.

Diese Gründe haben mich veranlafst, die chemisc Untersuchung des Datoliths wieder aufzunehmen, insb sondere zu sehen, ob die abgeschiedenen Stoffe re seyen, oder vielleicht irgend ein Bestandtheil des Fc sils der Aufmerksamkeit der früheren Untersucher er gangen seyn möchte. Diefs letztere mufs bestimmt ve neint werden, und auch in Betreff des ersteren liefs die gefundenen Resultate keinen Zweifel übrig. I habe sowohl den Datolith von Andreasberg als den v Arendal analysirt, und mit reinen, ausgesuchten Stück gearbeitet, welche ich der zuvorkommenden Güte d Hrn. G. Rose verdanke.

Was zunächst den Wassergehalt anbetrifft, so wur er durch Glühen des Fossils, theils im Platintiegel, the

in einer kleinen Retorte, ermittelt; es ist indefs eine ziemlich starke Glühhitze zur Entfernung des Wassers erforderlich, denn man kann den Tiegel zum schwachen Glühen erhitzen, ohne dafs das Gewicht des Fossils sich im Geringsten vermindert hätte. Ich fand Stromeyer's Angabe, dafs das Wasser ganz rein sey, vollkommen richtig. Ein Versuch gab: 5,666 Procent, ein anderer 5,744 Procent bei dem von Arendal. Bei der ferneren Analyse geschah die Zersetzung des fein gepulverten Minerals in einem verschlossenen Kolben vermittelst Chlorwasserstoffsäure, worauf das Ganze bis fast zum Kochen erhitzt wurde, und dann zu einer dicken Gallerte gerann. Die Kieselsäure wurde abfiltrirt, die Flüssigkeit mit Ammoniak übersättigt (wobei zuweilen eine kleine Menge Eisen- und Manganhaltiger Thonerde niederfiel) und mit Oxalsäure die Kalkerde gefällt. Das Filtrat wurde in einer Platinschale im Wasserbade abgedampft, und das sich verflüchtigende Ammoniak stets wieder ersetzt; der Rückstand ward gut ausgetrocknet, damit keine Wasserdämpfe beim stärkeren Erhitzen vorhanden seyn konnten, welches in einem bedeckten Platintiegel geschah. Die zurückbleibende Borsäure löste man nach dem Glühen und Wägen in Wasser auf, wobei noch etwas Kieselsäure zurückblieb, deren Gewicht bestimmt und von dem der Borsäure abgezogen wurde.

Die Kieselsäure und Kalkerde wurden stets auf einen Rückhalt von Borsäure geprüft, aber immer frei davon gefunden.

Es handelte sich nun noch um die genaue Bestimmung der Borsäure, welche allerdings schwierig ist, und auf directem Wege, ungeachtet mehrfacher Versuche, nicht gelingen wollte. Es bestätigte sich hier die Angabe von H. Rose, dafs keine Base mit der Borsäure ein ganz unlösliches Salz bildet, und vergeblich habe ich salpetersaures Silberoxyd (bei einer vermittelst Salpetersäure

[redacted]

aufgeschlossenen Probe), so wie Blei- und Zinksalze versucht. Zwar will Du Menil durch salpetersaures Silberoxyd die Borsäure gut bestimmt und 21,34 Proc derselben erhalten haben [1]), wobei er den Niederschlag als $\dot{A}g^{3}\dddot{B}^{4}$ ansieht, obwohl H. Rose gezeigt hat, dafs derselbe $\dot{A}g\dddot{B}$ ist, und von Wasser merklich aufgelöst wird.

Da also eine directe Bestimmung der Borsäure nicht möglich ist, so suchte ich mich von ihrer vollkommenen Reinheit zu überzeugen. Zu dem Ende wurde sie, nach Entfernung der kleinen Menge Kieselsäure zur Trockniſs abgedampt, in einer Platinschale mit reiner rauchender Fluorwasserstoffsäure übergossen, und nach Zusatz von etwas Schwefelsäure erhitzt. Es blieb dann jedesmal nur ein höchst geringer Rückstand, im wesentlichen Kali und Natron enthaltend, welche beiden Stoffe wohl nicht im Datolith enthalten sind, sondern aus den Glasgefäfsen herrühren dürften. Ihre Menge war zu gering als dafs sie mit Sicherheit hätten bestimmt werden können. Man darf also wohl das Fehlende in der Analyse stets als Borsäure betrachten, um so mehr, als die Bestandtheile des Datoliths, wie man sogleich sehen wird, keine besonderen Schwankungen zeigen, wiewohl die untersuchten Stücke von zweierlei Fundorten herrührten [2]).

Folgendes sind die Resultate einiger Analysen, wobei der Wassergehalt das Mittel des gefundenen ist, und auch die erhaltene Menge der Borsäure besonders hinzugefügt ist:

1) Schweigger's Jahrbuch, 1828, Bd. I S. 364.

2) Auch nach dem Glühen werden Datolith und Botryolith von Säuren vollkommen zersetzt, und bilden eine Gallerte.

Datolith von Arendal.

	I.		II.	III.	
Kieselsäure	37,648		37,223	37,520	
Kalkerde	35,407		—	35,398	
Borsäure	21,240	(19,873)	—	21,377	(20,695)
Wasser	5,705		—	5,705	
	100.			100.	

Bei einem vierten Versuch gab die directe Bestimmung 19,754 Proc. Borsäure.

Datolith von Andreasberg.

Von diesem wurde nur eine Analyse gemacht, welche hier mit der von Stromeyer zusammengestellt werden mag:

			Stromeyer.
Kieselsäure	38,477		37,36
Kalkerde	35,640		35,67
Borsäure	20,315	(19,992)	21,26
Wasser	5,568		5,71
	100.		100.

Es ergiebt sich aus diesen Analysen eine grofse Uebereinstimmung in den Mischungsverhältnissen, so wie ferner, dafs der Kalkgehalt nicht mehr als 35 bis 36 Procent beträgt.

Wenn man nun die Sauerstoffmengen der verschiedenen Bestandtheile vergleicht, so findet man, dafs z. B. in Stromeyer's Analyse

der Sauerstoff der Kieselsäure	=	19,412	4
der Kalkerde	=	10,019	2
der Borsäure	=	14,622	3
des Wassers	=	5,076	1

woraus sich das beigesetzte, höchst einfache Verhältnifs ergiebt, und zugleich, dafs 4 At. Kieselsäure, 6 At. Kalk-

erde, 3 At. Borsäure und 3 At. Wasser mit einander verbunden sind.

Man könnte in Folge dessen die Formel

$$3\dot{C}a\dddot{B}+\dot{C}a^{3}\dddot{S}i^{4}+3\dot{H}$$

in Vorschlag bringen, welche nur dadurch etwas ungewöhnlich erscheint, daſs sie ein Kalksilicat enthält, welches das abnorme Sauerstoffverhältniſs von 1 : 4 darbietet.

Allein abgesehen hiervon scheint es mir viel angemessener, den Datolith nicht, wie man bisher gethan hat, als ein Salz mit zwei Säuren zu betrachten, sondern vielmehr als ein Silicat, in welchem Kalkerde und Borsäure Basen sind. Daſs diese letztere wirklich als Basis auftritt, wissen wir aus anderen Bespielen, z. B. bei dem sogenannten Tartarus boraxatus, worin sie mit Weinsteinsäure in Verbindung getreten ist. Ich habe deshalb keinen Anstand genommen, die Formel des Datoliths demgemäſs abzuändern, so daſs sie entweder

$$2\dot{C}a^{3}\dddot{S}i+\dddot{B}^{3}\dddot{S}i^{2}+3\dot{H}$$

oder

$$\dot{C}a^{6}\dddot{S}i+3\dddot{B}\dddot{S}i+3\dot{H}$$

ist. Indessen möchte die erste den Vorzug verdienen, da in der letzten die stärkere Base auf einer niedrigeren Sättigungsstufe stehen würde, als die schwächere, was man nicht wohl annehmen darf.

Die berechnete Zusammensetzung für den Datolith wird nun jedenfalls:

		Sauerstoff.	
Kieselsäure	37,910	19,698	4
Kalkerde	35,068	9,850	2
Borsäure	21,482	14,775	3
Wasser	5,540	4,925	1
	100.		

Wie man sieht, stimmt sie mit sämmtlichen Analysen des Minerals sehr gut überein.

Bo-

Botryolith.

Sehr mangelhaft ist unsere Kenntnifs von der Zusammensetzung dieses Fossils, welches gewöhnlich als eine Varietät des Datoliths betrachtet wird. Nur Klaproth hat eine Analyse gegeben [1]), welche indessen wegen ihrer Unvollständigkeit noch viele Zweifel übrig liefs.

Er fand in dem Botryolith von der Kjenlie-Grube zu Arendal nach einem ähnlichen Verfahren wie beim Datolith:

Kieselsäure	36,0
Kalkerde	39,5
Borsäure	13,5
Wasser	6,5
Eisenoxyd	1,0
	96,5.

Hiernach findet sich bei Berzelius (dessen Anwendung des Löthrohrs, 3. Aufl. S. 258) die Formel:

$$\dot{Ca}\dddot{B} + \dot{Ca}\dddot{Si}^2 + \dot{H},$$

d. h. neutrale borsaure und zweifach kieselsaure Kalkerde.

Berechnet man diese Formel, so giebt sie:

Kieselsäure	47,804
Kalkerde	29,480
Borsäure	18,059
Wasser	4,657
	100.

Diefs sind aber Verhältnisse, welche den von Klaproth angegebenen keinesweges entsprechen.

Ich habe das Fossil von Arendal auf die beim Datolith beschriebene Art untersucht. Die Analyse wird hier aber durch die Art seines Vorkommens sehr erschwert, da es nicht möglich ist, die dünnen traubigen Ueberzüge, in welchen der Botryolith erscheint, ganz

1) Beiträge, V, S. 122.

von Kalkspath zu befreien, von dem in der Mitte eines jeden Korns etwas enthalten ist, und fast stets noch ein kleiner Turmalinkrystall mit sonderbarer Regelmäſsigkeit darin steckt. Eine Parthie möglichst ausgesuchter Stückchen, welche indessen beim Auflösen brauste, gab nachstehendes Resultat:

Kieselsäure	36,085	
Kalkerde	35,215	
Borsäure	19,340	(directe Bestimmung)
	90,640.	

Um die Quantität des beigemengten Kalkspaths bestimmen und in Abzug bringen zu können, wurde eine neue Parthie des fein gepulverten Minerals in einem dazu construirten Apparate, der sich an die Wage hängen läſst, mit Chlorwasserstoffsäure zersetzt, und der Gewichtsverlust als Kohlensäure betrachtet. Durch ein Chlorcalciumrohr wurde ein Verlust durch Verdampfen der Flüssigkeit verhindert. Von der sodann im Verlauf der Analyse gefundenen Kalkmenge wurde nun die für die Kohlensäure erforderliche abgezogen. Auf solche Art erhielt ich jetzt:

Kieselsäure	36,390
Kalkerde	34,270
Borsäure	18,342
Thonerde und Eisenoxyd	0,774
	89,776
bleibt für Wasser	10,224.

Es blieb nun noch übrig, den Wassergehalt des Botryoliths direct zu bestimmen. Da aber das Wasser erst dann entweicht, wenn von dem beigemengten Kalkspath Kohlensäure abgegeben wird, so suchte ich auf folgende Art diese Bestimmung auszuführen: Das mit Kalkspath gemengte Fossil wurde gepulvert und eine bestimmte Menge im Platintiegel scharf geglüht; der Ge-

wichtsverlust bestand in Wasser und etwas Kohlensäure. Es wurde nun von Neuem, aber in einer Atmosphäre von kohlensaurem Ammoniak und nicht stark geglüht, so wie man bei Bestimmung der schwefelsauren Alkalien zu verfahren pflegt. Die Gewichtszunahme des Tiegels ergab die vorher ausgetriebene Kohlensäure, so dafs nun die Menge des Wassers dadurch bekannt war. Jetzt wurde das Pulver in den zuvor erwähnten Apparat gebracht, und durch Bestimmung der ganzen Kohlensäuremenge der Gehalt an Kalkspath ermittelt, nach dessen Abzug für das reine Fossil 8,635 Proc. Wasser in Rechnung kommen.

Es ist klar, dafs diese Art der Wasserbestimmung kein ganz genaues Resultat liefern kann, sie beweist aber wenigstens, dafs der Botryolith viel mehr Wasser enthält, als der Datolith, während die Analyse zeigt, dafs die relativen Mengen der übrigen Bestandtheile bei beiden Fossilien im Ganzen die nämlichen sind.

Berechnet man nun die Sauerstoffmengen, so findet sich:

		Sauerstoff.	
Kieselsäure	36,390	18,90	2
Kalkerde	34,270	9,62	1
Borsäure	18,342	12,61	$1\frac{1}{2}$
Wasser	10,224	9,08	1

Hieraus folgt dann, dafs der Botryolith die Formel

$$2\dot{C}a^3\dddot{S}i + \dddot{B}^3\dddot{S}i^2 + 6\dot{H}$$

erhält, welcher folgende theoretische Zusammensetzung entspricht:

Kieselsäure	35,920
Kalkerde	33,227
Borsäure	20,355
Wasser	10,498
	100.

Der Ueberschuſs an Kieselsäure und Kalkerde, welchen die Analyse ergiebt, ist leicht erklärlich, und es darf wohl nicht besonders bemerkt werden, daſs die Reinheit der abgeschiedenen Stoffe namentlich der Borsäure, wie beim Datolith, geprüft wurde.

Es ergiebt sich also, daſs Datolith und Botryolith nur dadurch verschieden sind, daſs der letztere doppelt so viel Wasser enthält, als jener.

XIII. *Ueber ein Fossil aus dem Basalt von Stolpen; von C. Rammelsberg.*

An die nachfolgende Untersuchung des Basaltes selbst reiht sich die eines Minerals, welches die Zwischenräume der schönen Basaltsäulen vom Stolpener Schloſsberge ausfüllt. Es ist von Farbe blaſs rosenroth in's Weiſse; im unverwitterten Zustande an den Kanten durchscheinend, wenig glänzend, fühlt sich fettig an, ist ziemlich weich und zerreiblich, und von unebenem Bruch. In Wasser zerfällt es sogleich ohne Geräusch zu einem feinen Pulver.

Beim Erhitzen giebt es viel Wasser und schrumpft dabei sehr zusammen. Vor dem Löthrohr in der Pincette schmilzt es unter Blasenwerfen zu einem weiſsen schaumigen Email, verbreitet beim Glühen ein intensives Licht, ohne jedoch die Flamme zu färben, weder an und für sich, noch beim Befeuchten mit Schwefelsäure, oder auf Zusatz von Fluſsspath und zweifach schwefelsaurem Kali. In Borax und Phosphorsalz löst es sich leicht, im letzteren mit Hinterlassung eines Kieselskeletts, zu farblosen Perlen auf. Mit Kobaltsolution befeuchtet, schmilzt es zu einem schwarzen, an den Rändern blauen Email.

Von Chlorwasserstoffsäure wird es unvollkommen zerlegt.

Zur Analyse dienten durchscheinende, noch nicht verwitterte Parthien. Die Zerlegung geschah mittelst kohlensauren Natrons und die Wasserbestimmung durch Glühen des Fossils, wodurch erhalten wurden:

Kieselsäure	45,922	23,86
Thonerde	22,145	10,34
Kalkerde	3,902	1,09
Wasser	25,860	22,99
Spuren von Eisenoxyd und Talkerde		
	98,829	

Der Sauerstoffgehalt der Thonerde ist etwa 9 Mal, der der Kieselsäure sowohl als des Wassers 24 Mal so grofs als der der Kalkerde. Ist es erlaubt, danach für diefs Mineral eine Formel zu entwerfen, so würde sie $\dot{C}a\,\dddot{S}i^2 + 3\,\dddot{A}l\,\dddot{S}i^2 + 24\,\dot{\bar{H}}$ seyn, und die danach ausgeführte Rechnung

Kieselsäure	48,10
Thonerde	20,07
Kalkerde	3,71
Wasser	28,12
	100

geben.

Abgesehen von dem Kalkgehalt stimmt das Stolpener Mineral in der Zusammensetzung mit dem *Bol* und der *Bergseife* überein, deren Art und Weise des Vorkommens auch die seinige ist. Seiner äufseren Beschaffenheit nach nähert es sich dagegen dem *Kerolith* Breithaupt's, welcher jedoch, nach Pfaff, 18 Proc. Talkerde enthält.

Freiesleben erwähnt in seinem *Magazin für die Oryctographie von Sachsen* (Heft 3, S. 106), dafs die

Stolpener Basaltsäulen häufig mit einem erdigen, gelblichweifsen, matten Ueberzuge erfüllt seyen, der im Bruch kaum faserig, und bisweilen bräunlich oder schwärzlich erscheine. Nach Ficinus soll diefs Mineral ein kalihaltiger Zeolith seyn. An einer anderen Stelle desselben Werkes (Heft 5, S. 153) ist die Vermuthung ausgesprochen, dafs grüner Speckstein, dessen aus dem Stolpener Basalt erwähnt wird, woselbst er zwischen den Ablosungen der Säulen vorkommen soll, nichts anderes als Kerolith sey. Ohne Zweifel ist diefs zuletzt erwähnte Mineral mit dem von mir untersuchten identisch.

XIV. *Ueber die Zusammenstellung des Basaltes von Stolpen; von M. W. Sinding aus Kongsberg.*

Obschon es keineswegs an Analysen von Basalten fehlt, so dürfte doch vielleicht die vorliegende, welche ich in dem Laboratorium des Hrn. Dr. Rammelsberg vorgenommen habe, nicht ganz ohne Interesse seyn, besonders wegen des ausgezeichneten Vorkommens dieses Basaltes, zufolge dessen er schon seit langer Zeit gleichsam als Prototyp für diese Gebirgsart gegolten hat. Freilich giebt diese Untersuchung, wenn es sich um die Zusammensetzung des Basaltes als Aggregat von einzelnen Mineralspecies handelt, eben so wenig bestimmte Auskunft, als frühere Arbeiten dieser Art, deren Resultate sie nur in sofern bestätigt, als der Basalt aus einem in Säuren löslichen, wenn man will, zeolithischen, und einem unauflöslichen, feldspath- oder augitartigen Gemengtheil, so wie aus Eisenoxydoxydul (Magneteisenstein) zusammengesetzt ist. Eben so scheint aus den wenig übereinstimmenden Resultaten der gegenwärtigen Arbeit

mit den früheren, und diesen unter sich, hervorzugehen, dafs die verschiedenen Basalte keinesweges in ihrer Zusammensetzung einander gleich sind.

I. 3,2472 Grm. des fein gepulverten und geschlämmten Basaltes wurden mit concentrirter Chlorwasserstoffsäure in der Wärme digerirt. Nachdem sich das Gemenge in eine Gallerte verwandelt hatte, wurde es filtrirt und die Kieselsäure durch Kochen mit kohlensaurem Natron von dem Unauflöslichen getrennt. Die Bestandtheile des Auflöslichen und die Kieselsäure wurden nach bekannten Methoden abgeschieden. Der in Säuren unlösliche Bestandtheil des Basaltes wurde mit kohlensaurem Natron geschmolzen und hierauf die einzelnen Stoffe wie gewöhnlich getrennt.

II. Da dieser Versuch gezeigt hatte, dafs in dem auflöslichen Bestandtheil des Basaltes, wie immer, Eisenoxyd und Oxydul sich zusammen vorfinden, so wurde die Bestimmung beider nach der von Fuchs vorgeschlagenen Methode ausgeführt. Zu dem Ende wurde 4,6991 Grm. Basalt, fein gepulvert, durch Chlorwasserstoffsäure in einem mit Kohlensäure gefüllten Gefäfse zersetzt, und die ganze Masse, nachdem sie vorher verdünnt und der gröfste Theil der freien Säure mit kohlensaurem Natron neutralisirt worden, mit kohlensaurem Baryt in der Kälte behandelt. Nach vollständiger Abscheidung des Eisenoxyds wurde das Ganze filtrirt, der Niederschlag mit Chlorwasserstoffsäure behandelt, und aus der erhaltenen Auflösung, nach Abscheidung der Kieselsäure und des Barytüberschusses, das Eisenoxyd mit Ammoniak gefällt. Es betrug 0,275 Grm. Das in der Flüssigkeit befindliche Eisenoxydul wurde, nach Abscheidung des Baryts und der Oxydation durch Salpetersäure, gleichfalls durch Ammoniak gefällt. Es betrug 0,2476, entsprechend 0,2223 Grm. Eisenoxydul.

III. Durch zwei Versuche wurde der Wassergehalt des Basalts gefunden, ein Mal zu 1,439 und das zweite

Mal zu 1,458 Proc. Als Wasser wurde beide Male der Glühverlust genommen, nachdem das grob gepulverte Mineral im Wasserbade von hygroskopischem Wasser befreit worden war.

Diesen Versuchen zufolge enthalten:

	3,2472 Grm. Basalt	100 Theile
in Säuren löslichen Antheil	1,8748	57,736
- - unlöslichen Antheil	1,3724	42,264
	3,2472	100.

In dem auflöslichen Antheil wurde gefunden:

	in 1,8748	in 100 Theilen		
Kieselsäure	0,7484	39,920		
Thonerde	0,4087	21,266		
Eisenoxyd	0,3328	17,750	Eisenoxyd	9,318
			Eisenoxydul	7,482
Kalkerde	0,1473	7,857		
Talkerde	0,0820	4,379		
Natron	0,0989	5,279		
Kali	0,0524	2,795		
Glühverlust	0,0470	2,490		
	1,9175	101,736		100,786.

Die relativen Mengen der Oxyde des Eisens sind nach II. berechnet, wo der ganze Eisengehalt als Oxyd gefunden wurde =19,24 Proc.

In dem unauflöslichen Theil wurde gefunden:

	in 1,372	in 100 Th.
Kieselsäure	0,715	52,62
Thonerde	0,161	11,93
Eisenoxyd mit etwas Manganoxyd	0,145	10,63
Kalkerde	0,211	15,49
Talkerde	0,112	8,26
	1,344	98,93.

Diesen Resultaten zufolge möchte es nicht wohl möglich seyn, in den beiden Hauptbestandtheilen des Basaltes bestimmte Mineralgattungen unmittelbar erkennen zu wollen. Es dürfte hier nicht füglich die Rede seyn von einem zeolithischen und einem augitartigen Gemengtheil; denn der Basalt von Stolpen enthält, wie viele andere Basalte, Olivin, und nicht bloſs in einzelnen ausgeschiedenen Parthien, sondern durch die ganze Masse des Gesteins vertheilt. Der Beweis liegt in dem Talkerdegehalt des auflöslichen Antheils, welcher den Zeolithen fehlt, und auch nicht von Augit herrühren möchte, da anderweitige Versuche zeigten, daſs er auch vorhanden ist, wenn man sich zur Zersetzung dieses Basaltes nicht concentrirter, sondern mäſsig verdünnter Chlorwasserstoffsäure bedient, und die Anwendung von Wärme vermeidet. Der auflösliche Antheil besteht also theils in Olivin, theils in einem Zeolith, deren relative Menge zu bestimmen folgende Betrachtung sich anstellen läſst: die gefundenen 9,318 Eisenoxyd erfordern 4,00 Eisenoxydul, um 13,318 Magneteisen ($\dddot{F}e\,\dot{F}e$) zu bilden; es bleiben mithin 3,482 Oxydul übrig, welche als Bestandtheil des Olivins einen Theil Talkerde ersetzen. Der Sauerstoffgehalt dieser 3,48 Eisenoxydul und der 4,379 Talkerde beträgt zusammen 2,48; zieht man die Quantität Kieselsäure, welche eben so viel Sauerstoff enthält (Olivin $= \dot{R}^3\dddot{S}i$) von der gefundenen Quantität ab, so findet man 4,77. Darnach würde der auflösliche Theil des Basaltes bestehen aus:

13,318	Magneteisen
12,630	Olivin
74,837	Zeolith
100,785.	

Was nun den letzteren betrifft, so zeigt eine Vergleichung der Sauerstoffmengen seiner Bestandtheile un-

gefähr das Verhältnifs: $\dddot{Si}=9$; $\dddot{\bar{Al}}=5$; $\dot{R}$ (Kalkerde, Natron, Kali) $=2$; $\dot{H}=1$, woraus sich die Formel des Zeolithes zu $2\dot{R}^3\dddot{Si}^2+5\dddot{\bar{Al}}\dddot{Si}+3\dot{H}$ gestalten würde, was in Bezug auf die Sättigungsgrade beider Glieder an Mesole, Brevicit, Scapolith und Sodalith erinnert, aber auch ein Gemenge mehrerer zeolithischer Fossilien seyn kann.

Der ansehnliche Thonerdegehalt und der geringe Talkerdegehalt des unlöslichen Antheils zeigt wohl, dafs derselbe nicht aus Augit allein bestehen kann, sondern vielleicht ein Gemenge von diesem und Labrador ist, wiewohl dann noch etwas Natron fehlen würde, auf dessen Gegenwart übrigens bei der Analyse selbst keine Rücksicht genommen ist; jedenfalls kann die Menge desselben nur gering seyn (der Labrador enthält nur 4,5 Procent).

XV. *Ueber Andalusit und Chiastolith;*
von R. Bunsen in Cassel.

Die auffallenden Abweichungen, welche die bisherigen Analysen des Andalusits und Chiastoliths darbieten, haben unstreitig in den fremden Beimengungen ihren Grund, welche nur selten in diesen Mineralsubstanzen fehlen, selbst wenn sie sehr schön krystallisirt sind. Wenigstens deutet die unvollkommene Ausbildung der Kanten, und die selbst heterogenen Gemengtheile im Inneren der Krystalle deutlich genug auf eine solche Verunreinigung hin, welche einer bestimmten Ansicht über die stöchiometrische Constitution dieser Verbindungen bisher entgegengestanden hat. Unter den bei Lisens vorkommenden Andalusiten findet man indessen kleine Individuen, die sich durch einen hohen Grad von Reinheit

auszeichnen, indem sie, aufser Thonerde und Kieselerde, nur noch unbedeutende Mengen von Manganoxyd und Kalkerde, aber keine Spur eines Alkalis enthalten. Dieses zur nachstehenden Analyse benutzte Fossil ist in kleinen rhombischen Säulen krystallisirt, aus Winkeln von 88° 40′ und 91° 20′; nach den Flächen dieser Säule spaltbar; im Bruche uneben, in's Splittrige und unbestimmt Eckige übergehend; auf den Flächen matt, auf dem Bruche glasartig, auf den Spaltungsflächen demantartig glänzend; durchscheinend, in dünnen Splittern fast durchsichtig; pfirsichblüthroth; vor dem Löthrohr völlig unschmelzbar. Das specifische Gewicht beträgt 3,1458 bei 12°,7 C., die Härte 7,5.

Das Fossil wurde zuerst in einem Stahlmörser, dann in einer Achatreibschale pulverisirt, mit Salzsäure extrahirt, ausgewaschen und geschlemmt; 1 Grm. nahm dabei 0,0033 Grm. Kieselerde aus der Reibschale auf:

1) 2,0103 Grm. der auf die angegebene Weise behandelten und im Wasserbade getrockneten Substanz wogen nach dem Glühen 2 Grm.; das hygroskopische Wasser beträgt daher 0,512 Proc.
2) Die geglühte, mit der sechsfachen Menge kohlensauren Natrons aufgeschlossene Masse löste sich vollkommen in verdünnter Chlorwasserstoffsäure auf, und hinterliefs beim Abrauchen und Wiederauflösen in verdünnter Säure 0,81 Grm. Kieselerde, welche, nach Abzug der durch die Reibschale und Filterasche bewirkten Verunreinigung, 40,17 Proc. entsprechen.
3) Die rückständige, sehr verdünnte Flüssigkeit gab, mit zweifach kohlensaurem Natron gefällt, 1,1725 Grm. geglühter ungefärbter Thonerde, welche 58,62 Procent entsprechen.
4) Aus der abfiltrirten Flüssigkeit wurden durch Natron, auf Zusatz von zweifach kohlensaurem Natron, 0,01 Grm. Manganoxyduloxyd erhalten, wel-

che 0,0103 Grm. oder 0,515 Procent Manganoxyd entsprechen.

5) Der in der abfiltrirten Flüssigkeit durch oxalsaures Ammoniak bewirkte Niederschlag lieferte nach dem Glühen noch 0,01 Grm. kohlensauren Kalks, welche 0,281 Proc. Kalk entsprechen.

Aus den Versuchen ergiebt sich daher die nachstehende procentische Zusammensetzung:

Kieselerde	40,17
Thonerde	58,62
Manganoxyd	0,51
Kalkerde	0,28
	99,58.

Unter den Chiastolithen, welche durch ihre Reinheit besonders zur Analyse geeignet sind, zeichnen sich vor allen die Krystalle von Lancastre aus, deren reine Substanz von den scharf begränzten, schwarzen, rhombischen Theilen im Mittelpunkte und den Kanten der Krystalle leicht getrennt werden kann. Diese nicht mit schwarzer Thonschiefermasse imprägnirte Substanz unterscheidet sich in ihren mineralogischen Eigenschaften durch nichts von der des Andalusits. Sie ritzt weder diesen Körper, noch wird sie davon geritzt; ist vor dem Löthrohr unschmelzbar; honiggelb, in's Perlgraue; durchscheinend, an den Kanten fast durchsichtig; auf dem Bruche uneben, in's unbestimmt Eckige und Splittrige übergehend; auf den Spaltungsflächen demantartig glänzend; nach den Flächen einer rhombischen Säule mit Winkeln von ungefähr 89° 35′ und 90° 25′ spaltbar. Ihr specifisches Gewicht beträgt 0,0882 bei 12°,7 C. Das einzige wesentliche extensive Unterscheidungsmerkmal besteht daher nur in jener rhombisch gestalteten Färbung im Inneren der Krystalle, nach deren Gestalt Haüy mehrere Varietäten dieser Substanz unterschieden hat. Allein auch bei dem Andalusite von Lahmerwinkel, Li-

sens und Waldenburg zeigen sich Spuren einer solchen Färbung. Man bemerkt nämlich im Mittelpunkte dieser Krystalle, wenn man sie rechtwinklig gegen die Hauptaxe durchbricht, eine der äufseren Begränzung entsprechende Färbung, die besonders deutlich hervortritt, wenn man die Bruchflächen benetzt. Diese schwarze Zeichnung, welche daher dem Andalusite ebenfalls nicht ganz fremd ist, rührt beim Chiastolithe unstreitig von Gemengtheilen her, die ursprünglich dem Thonschiefer — wie ich glaube, dem einzigen Muttergesteine des Chiastoliths — angehören, und die bald aus einer kohligen Substanz, bald aus Thonschiefermasse, bald aber auch aus beiden zugleich zu bestehen scheinen. Denn bei einigen dieser Krystalle verschwindet die dunkle Färbung gänzlich vor dem Löthrohr, andere brennen sich zwar weifs, zeigen aber hie und da kleine gefrittete, schwarze Punkte, und wieder andere behalten ihre Färbung fast unverändert nach dem Glühen bei, was besonders bei den am Thonschiefer aufsitzenden Enden der Krystalle der Fall ist.

Man hat, gewifs sehr mit Unrecht, die Regelmäfsigkeit dieser Färbung durch eine Zwillingsbildung zu erklären gesucht. Allein diese Ansicht wird vollständig durch den Umstand widerlegt, dafs, wenn man die Krystalle nach der Richtung der Hauptaxe durchbricht, die Färbung die Gestalt einer Pyramide mit schnell nach der Spitze hin abnehmend gekrümmten Flächen zeigt, deren gröfsere Basis stets da erscheint, wo der Krystall auf der Thonschiefermasse aufsitzt.

Die mit 2,0146 Grm. reinen Chiastolithsubstanz nach der bereits angegebenen Methode angestellte Untersuchung ergab folgende Zusammensetzung:

Kieselerde	39,09
Thonerde	58,56
Manganoxyd	0,53
Kalk	0,21
Flüchtige Stoffe	0,99
	99,38.

Betrachtet man unter den Bestandtheilen nur die Kieselerde und Thonerde als wesentlich, und faſst man das Resultat der Versuche zusammen, so ergiebt sich die nachstehende Zusammensetzung, der die Formel $\dddot{Al}^4 \dddot{Si}^3$ entspricht:

	Andalusit.	Chiastolith.		Berechnet.
Kieselerde	40,66	40,03	3 At.	40,27
Thonerde	59,34	59,97	4 At.	59,73
	100,00	10,00		100,00.

Chiastolith und Andalusit sind daher identisch, und können höchstens nur als Varietäten von einander betrachtet werden. Uebrigens muſs die Zusammensetzung, der zufolge diese Substanzen als vierfach basisch kieselsaure Thonerde erscheinen, als eine nicht uninteressante Ausnahme von dem allgemeinen Gesetze betrachtet werden, nach welchem sonst gewöhnlich drei Atome Sauerstoff enthaltende Säuren sich mit Basismultiplen nach der Zahl drei verbinden, was im vorliegenden Falle, der allgemeinen Regel zuwider, nach der Zahl zwei geschieht.

.VI. *Analyse des Phonolith vom Marienberge bei Aufsig in Böhmen; von Hermann Meyer.*

)er Phonolith wurde fein gepülvert und geschlämmt, it Chlorwasserstoffsäure übergossen und unter öfterem nrühren im Sandbade digerirt. Nach kurzer Zeit hatte :h die ganze Masse in eine steife Gallerte verwandelt, ihrend jedoch noch ein grofser Theil des Pulvers sich :r Einwirkung der Säure entzogen zu haben schien. s nach einem neuen Zusatz von Chlorwasserstoffsäure id länger fortgesetzter Digestion keine weitere Auflö- ng zu bemerken war, wurde die Gelatine mit Wasser :handelt, und durch Filtriren die ausgeschiedene Kie- lerde zugleich mit dem unaufgeschlossenen Mineral von :m Aufgelösten getrennt. Die Trennung der Kieselerde ›n dem unaufgeschlossenen Mineral geschah auf die be- ınnte Weise durch allmäliges Kochen kleiner Parthien it Wasser und kohlensaurem Natron in einer Platin- bale, Filtriren der heifsen Lösung, Aussüfsen anfangs it heifser kohlensaurer Natronlösung, dann mit reinem 7asser, Uebersättigen der Flüssigkeit mit Chlorwasser- offsäure, Verdampfen zur Trocknifs u. s. w.

Aus der zuerst abfiltrirten Flüssigkeit wurde durch mmoniak erst die Thonerde und das Eisenoxyd, dann ırch oxalsaures Ammoniak die Kalkerde gefällt, und ıchdem die erhaltenen Niederschläge abfiltrirt, wurde ır Bestimmung der feuerbeständigen Alkalien die ganze lüssigkeit in einem Platingefäfs zur Trockne verdampft. achdem die ammoniakalischen Salze durch Glühen ver- gt waren, wurde der Rückstand von Neuem in Was- r gelöst, eine geringe Menge noch darin enthaltener ieselerde durch Filtriren getrennt, die Flüssigkeit wie- :r abgedampft, Platinchlorid zugesetzt, das entstandene

Kalium-Platinchlorid abfiltrirt, mit Alkohol ausgesü aus der Flüssigkeit das überschüssige Platin durch Sch felwasserstoffgas gefällt, und nach dem Filtriren Trockne verdampft und geglüht.

Thonerde und Eisenoxyd wurden nach der gewö lichen Weise durch Kalihydrat von einander geschied das gefällte Eisenoxyd wieder aufgelöst und mit be steinsaurem Ammoniak gefällt, um es von der Talke zu trennen; von letzterer war jedoch keine Spur v handen.

Der Wassergehalt des Phonolithes wurde in ein besonderen Versuche durch Glühen einer gewoge Menge bestimmt. Um zu erfahren, ob in dem Pho lith auch Chlorwasserstoffsäure oder Schwefelsäure e halten sey, wurden 3 Grm. gepulverten Minerals reiner Salpetersäure digerirt und zur erhaltenen Flüs keit salpetersaures Silberoxyd gesetzt; ein wägbarer N derschlag erfolgte zwar nicht, wohl aber nach kur Zeit ein deutliches Opalisiren. Salpetersaurer Ba zeigte in einem anderen Theile der Lösung keine R action von Schwefelsäure.

In 11,577 Grm. wurde auf diese Weise erhal von dem in Säuren unzerlegbaren Gemengtheil:

7,239 Grm. oder 62,529 Proc. und
4,338 - - 37,471 -

des in Säuren auflöslichen Theils; und zwar wurde dem Letzteren erhalten:

Kieselerde	1,876	Grm.	oder	16,204 Procen
Thonerde	0,911	-	-	7,869 -
Eisenoxyd	0,329	-	-	2,929 -
Kohlensaurer Kalk	0,230	-	-	1,119 Kalke
Chlornatrium	0,778	-	-	2,665 Natro
Kalium-Platinchlorid	0,0735	-	-	0,013 Kali
Glühverlust (Wasser)	-	-	-	4,993 Proce

Berechnet man hieraus die in Chlorwasserstoffsä löslichen Bestandtheile des Phonolith für sich allein

Pı

Procenten, und rechnet man das Wasser als allein dem löslichen Gemengtheil angehörend, so ergeben sich die folgenden Mengen, wobei indessen zu bemerken ist, dafs das Eisen wahrscheinlich nicht als Eisenoxyd, verbunden mit der Kieselerde u. s. w., sondern als Magneteisenerz als ein Gemengtheil für sich in dem Phonolith enthalten ist:

Kieselerde	43,244	Proc.,	deren	Sauerstoff	=	21,463
Thonerde	21,000	-	-	-	=	9,807
Eisenoxyd	7,816	-	-	-	=	2,303
Natron	7,112	-	-	-	=	1,818
Kali	0,035	-	-	-	=	0,006
Kalkerde	2,986	-	-	-	=	0,838
Wasser	13,325	-	-	-	=	11,844
	95,518.					

Von dem in Chlorwasserstoffsäure unlöslichen Theil des Minerales wurden 2,463 Grm. einer Analyse mit Fluorwasserstoffsäure unterworfen. Die hierzu angewandte Säure, in einer mit Eis beständig umgebenen Vorlage erhalten, rauchte sehr stark und löste das Steinpulver unter starker Erwärmung so vollständig, dafs auch nicht der kleinste Rückstand blieb; der Gang der Analyse war der gewöhnliche, und Folgendes sein Ergebnifs:

Thonerde	0,477 Grm.	= 19,362 Proc.		worin 9,042	Sauerst.
Eisenoxyd	0,048 -	= 1,351 -		- 0,393	-
Kohlens. Kalk	0,078 -	= 1,781 -	Kalkerde	- 0,500	-
Phosphorsaure Magnesia	0,045 -	= 0,669	1,773 Magnesia	- 0,416	-
Schwefelsaure Magnesia	0,080 -	= 1,104			
Kalium-Platinchlorid	1,866 -	= 14,649 Proc.	Kali	- 2,493	-
Kieselerde (durch den Verlust)		61,184 -		- 31,783	-
		100,000.			

Der Phonolith im Ganzen würde hiernach enthalten:

56,652	Kieselerde
16,941	Thonerde
3,905	Eisenoxyd
1,946	Kalkerde
1,697	Magnesia
2,665	Natron
9,519	Kali
4,993	Wasser
98,318.	

Bemerkungen zu der vorstehenden Abhandlung.

Der Phonolith vom Marienberg unterscheidet sich von den gewöhnlichen Phonolithen, wie dem vom Schloſsberge oder dem Milleschauer bei Teplitz, durch seine lichte graue Farbe, seinen unebenen Bruch und den Mangel von sichtbaren Gemengtheilen. Einige hier und da eingewachsene kleine Krystalle von gelbem Titanit und schwarzer Hornblende, und einige Körnchen von Magneteisenerz ausgenommen, scheint er davon ganz frei, und die sonst gewöhnlichen Krystalle von glasigem Feldspath fehlen in ihm gänzlich, sind wenigstens mit bloſsen Augen nicht zu erkennen. Er bildet den Typus einer ganzen Abtheilung von Phonolithen, wie sie an der Elbe, zwischen Aussig und Tetschen, häufig erscheinen, und wozu, auſser ihm, ein Theil des Schreckensteins, der Ziegenberg, Schiwentzer Berg und andere gehören, daher eine Analyse, die Hr. Meyer auf meine Bitte gern unternommen und in dem Laboratorium meines Bruders ausgeführt hat, wohl wünschenswerth schien.

Der Phonolith vom Marienberge stimmt nach dieser Analyse in seiner chemischen Zusammensetzung wohl

in sofern mit den von Gmelin [1]) untersuchten Phonolithen überein, als der durch Chlorwasserstoffsäure zerlegbare Gemengtheil die Zusammensetzung eines Zeolithes, und der darin unzerlegbare die des Feldspathes hat, aber der erstere unterscheidet sich von denen der Gmelin'schen Phonolithe durch viel gröfseren Wasser- und einen kleineren Alkali-Gehalt. Ihn auf einen bestimmten Zeolith zu beziehen, würde jetzt noch zu voreilig seyn, da es wahrscheinlich ist, dafs der zerlegbare Gemengtheil nicht ein einziger, sondern ein Gemenge zweier oder mehrerer Zeolithe ist, worauf auch schon der Umstand deutet, dafs in den Höhlungen des Marienberger Phonolithes nicht allein Natrolith, sondern auch Apophyllit (der Werner'sche Albin), wie auch etwas Kalkspath vorkommt; vielleicht ist er auch ein Gemenge eines Zeolithes mit einem nicht wasserhaltigen, in Säuren gelatinirenden Silicate (z. B. Nephelin). In Rücksicht der Menge des gelatinirenden Gemengtheils steht der Marienberger Phonolith dem von Hohenkrähen nach, übertrifft aber die von der Pferdekuppe und von Abtsrode, wie man aus der folgenden Uebersicht ersieht:

Phonolith	Zerlegbarer Gemengtheil	Unzerlegbarer Gemengtheil.
von Hohenkrähen	55,13	44,87
vom Marienberg	37,47	62,53
von der Pferdekuppe	18,59	81,41
von Abtsrode	15,84	84,16

Gustav Rose.

1) Vergl. Poggendorff's Annalen, Bd. XIV S. 357.

XVII. *Ueber die chemische Zusammensetzung des Mikroklins;*
von J. v. Ewreinoff.
Kapitain im K. Russ. Berg-Ingenieur-Corps.

Der Mikroklin ist von Breithaupt [1]) von dem Feldspath getrennt und als eigene Species unterschieden worden. Die Trennung beruht hauptsächlich auf sehr kleinen Unterschieden in den Winkeln der Krystalle; es schien mir daher, bei der grofsen geologischen Wichtigkeit, welche der Feldspath und die damit verwandten Species für die Zusammensetzung der Gebirgsarten haben, von Interesse, durch die chemische Analyse auszumachen, in wie weit dieser Unterschied in der chemischen Zusammensetzung begründet sey. Ich habe dazu eine bräunlichrothe krystallisirte Varietät von Arendal benutzt, die mir Hr. Prof. G. Rose aus der Königlichen Mineraliensammlung gab, woselbst sie Hr. Prof. Breithaupt bei einem früheren Besuche, als seinem Mikroklin angehörig, selbst bestimmt hatte; ich kann daher überzeugt seyn, den wahren Mikroklin analysirt zu haben. Die Analyse selbst habe ich Gelegenheit gehabt in dem Laboratorium des Hrn. Prof. H. Rose anzustellen; bei der einen schlofs ich das Mineral mit kohlensaurem Natron, und bei der andern durch Fluorwasserstoffsäure auf, um auf letzterem Wege die Alkalien zu bestimmen.

Von dem sorgfältig ausgewählten, fein zerriebenen und geschlämmten Mineral wurden 2,7615 Grm. mit kohlensaurem Natron geschmolzen, die geschmolzene Masse durch Chlorwasserstoffsäure zersetzt und nach bekannten Methoden weiter behandelt. Bei dieser Analyse erhielt

1) Jahrbuch der Chemie und Physik für 1830, von Schweigger-Seidel, Bd. III S. 324.

Kieselsäure 1,816 Grm., was 65,761 Proc. entspricht.
von der Kieselsäure abfiltrirte Flüssigkeit wurde auch
weiter untersucht, um die anderen Bestandtheile,
aus der zweiten Analyse erhalten wurden, controli-
zu können.

Bei der Analyse vermittelst Fluorwasserstoffsäure
ich 3,8006 Grm. sehr fein geschlämmtes Pulver an-
ndet. Diese Menge der Substanz wurde vorsichtig
iner geräumigen Platinschale mit starker Fluorwasser-
säure übergossen, Schwefelsäure hinzugesetzt, abge-
ft und bis zum anfangenden Glühen erhitzt. Als-
wurde die erhaltene trockne Masse mit Chlorwas-
offsäure befeuchtet, einige Zeit stehen gelassen, so-
mit vielem Wasser übergossen, aufgekocht und end-
filtrirt. Es blieb nur eine geringe Menge vom un-
tzten Minerale auf dem Filtrum zurück, deren Ge-
t 0,0512 Grm. betrug. Aus der von dem Rückstande
rirten Flüssigkeit wurde durch Ammoniak Thonerde
tändig niedergeschlagen, dieselbe schnell auf ein Fil-
gebracht und mit heifsem Wasser ausgesüfst, hier-
getrocknet, geglüht und gewogen; ihr Gewicht betrug
5 Grm. Nach Behandlung der nicht zu stark ge-
en Thonerde mit Chlorwasserstoffsäure, wurden ver-
lst kaustischen Kalis nur Spuren von Eisenoxyd auf-
den, dessen Gewicht nicht bestimmt werden konnte.
ammoniakalische Flüssigkeit wurde mit Oxalsäure
tzt, und erst nach längerer Zeit ein geringer Nie-
hlag von oxalsaurer Kalkerde erhalten, der abfiltrirt
e. Die Menge der kohlensauren Kalkerde, welche
Glühen dieses Niederschlags mit kohlensaurem Am-
ak bestimmt wurde, wog 0,08 Grm. Die hiervon
rirte Flüssigkeit wurde zur Trocknifs abgedampft, die
ne Masse, zur vollständigen Verjagung der ammo-
lischen Salze, längere Zeit bis zum mäfsigen Glü-
erhitzt. Der Rückstand mit Wasser behandelt, fil-
und die klare Auflösung in einem tarirten Platintie-

gel zur Trockne gebracht. Die trockne Salzmasse aber, um vollkommen neutrales schwefelsaures Kali zu erhalten, mehrere Male mit kohlensaurem Ammoniak geglüht und gewogen, bis das Gewicht constant blieb. Das schwefelsaure Kali wurde wieder mit Wasser aufgelöst, mit Chlorwasserstoffsäure versetzt, Platinchlorid hinzugefügt, bis fast zur Trocknifs abgedampft und nun Alkohol zugegossen. Der Niederschlag von Kalium-Platinchlorid wurde auf ein gewogenes Filtrum gebracht und gewogen; sein Gewicht betrug 2,728 Grm. Die Flüssigkeit, welche vom Kalium-Platinchlorid abfiltrirt war, wurde, nach vollständiger Entfernung des darin enthaltenen Platins, durch Schwefelwasserstoff und weiterer Behandlung zur Trockne abgedampft, und nur eine geringe Menge eines Rückstandes noch gefunden. Er bestand aus schwefelsaurem Natron. Noch bei der ersten Analyse vermittelst kohlensauren Natrons wurden auch die Spuren von Magnesia gefunden.

Die Analyse hat also ergeben:

Kieselerde	=65,761	34,15	34,15
Thonerde	=18,308	8,54	11,25×3=33,75
Kalkerde	= 1,200	0,33	
Kali	=14,060	2,38	
Natron, Magnesia, Eisenoxyd	Spuren		
	99,329		

eine Zusammensetzung, die mit der des Feldspaths, bis auf die kleine Menge Kalkerde, welche einen Theil des Kalis ersetzt hat, ganz übereinstimmt.

XVIII. *Ueber das Atomgewicht der Kohle; von J. Berzelius.*

(Aus den *Kongl. Vetensk. Acad. Handling.* vom Hrn. Verfasser mitgetheilt.)

Man hat in neuerer Zeit angefangen, das Atomgewicht der Kohle für unrichtig, für zu hoch angenommen zu halten, aus dem Grunde, weil man bei organischen Analysen, von besonders kohlenhaltigen Substanzen, z. B. des Naphthalins, einen Ueberschufs bekam, welcher nicht einem Fehler im Atomgewicht des Wasserstoffs zugeschrieben werden konnte, da er gröfser war als der erlaubte Beobachtungsfehler. Aus diesem Grunde hat Dumas behauptet, das Atomgewicht der Kohle, so wie es gewöhnlich berechnet werde, d. h. zu 76,438, sey zu hoch, und betrage wahrscheinlich nur 75,9 [1]). Die richtige Kenntnifs dieses Atomgewichts ist für die Beurtheilung organischer Zusammensetzungen von grofser Wichtigkeit; $\frac{64}{7590}$ desselben ist zwar nicht viel, aber multiplicirt mit 10, 20, 30 und mehr, hat es einen sehr grofsen Einflufs auf die Berechnung eines analytischen Resultats. Aus diesem Grunde habe ich eine Prüfung der Dumas'schen Angabe vorgenommen.

Ausgemacht ist, dafs man die Versuche, durch welche die Atomgewichte der einfachen Körper bestimmt werden sollen, mit Sorgfalt so auswählen müsse, dafs die Geschicklichkeit des Experimentators dabei so wenig wie möglich Einflufs habe, und, wenn reine Materialien zur Untersuchung genommen sind, die einzige Arbeit desselben in der Wägung bestehe. Von solcher Art ist der Versuch, welcher der Bestimmung der Zahl 76,438, die bis jetzt für das Atomgewicht der Kohle angenom-

1) *Compt. rend. hepd.* 1838, *I*, *p.* 464.

men wurde, zum Grunde liegt. Er wurde gemeinschaftlich von Dulong und mir in Berthollet's Laboratorium zu Arcueil mit dessen zu diesem Zweck vortrefflichen Instrumenten ausgeführt, und bestand in einer Bestimmung des specifischen Gewichts des Kohlensäuregases [1]).

Es giebt meines Erachtens zur Bestimmung des Atomgewichts der Kohle keinen Versuch, welcher in Zuverlässigkeit mit diesem verglichen werden könnte. Es ist leicht, das Kohlensäuregas rein zu erhalten, und es ist auch leicht zu bestimmen, ob es mit Luft gemengt sey und mit wie viel. Das Ergebnifs beruht nicht auf dem Atomgewicht eines anderen Körpers, bei welchem ein Fehler sich zum Beobachtungsfehler beim Versuch addiren könnte; es ist folglich, wenn der Versuch mit der Genauigkeit angestellt wird, dafs das specifische Gewicht bei den einzelnen Wägungen nur in den letzten Decimalstellen schwankt, nach meiner Meinung entscheidend.

Bei Analysen des Naphthalins, welches man allen Grund hat, dem Verhältnifs $C^5 H^4$ entsprechend, als bestehend aus Kohle =93,8728 und Wasserstoff =6,1272, anzusehen, bekam man bei Addition der Verbrennungsproducte immer einen Ueberschufs, und auch einen Ueberschufs an Kohle, von der man in den meisten Fällen ungefähr 94,5 Proc. gefunden hat, während man, wenn das Atomgewicht der Kohle zu 76,438 angenommen wird, 93,873 Proc. hätte erhalten müssen. Versuche darüber sind angestellt von Faraday, Mitscherlich, Laurent, Dumas, Liebig, Blanchet und Sell, und zuletzt, unter Liebig's Anleitung, von Woskresensky, der nicht weniger als acht Analysen angestellt, die alle die von seinen Vorgängern gefundenen Extreme und Mittelzahlen einschliefsen. Einer seiner Versuche gab für die Zusammensetzung des Naphthalins 6,06 Wasserstoff und

1) *Ann. de chim. et de phys.* XV, p. 389.

93,94 Kohle, was mit dem nach der Formel berechneten Resultat so nahe übereinstimmt, dafs die Abweichung davon nicht in Betracht kommt. Allein von den acht Analysen hatten fünf von 94,4 bis 94,6 Procent Kohle gegeben, und eine endlich 95. Mitscherlich's Analysen gaben 94,34 und 94,44, Liebig's drei Analysen 94,3; 94,2; 94,6. Dumas erhielt in neun Versuchen von 93,8 bis 94,9; Blanchet und Sell's Resultate gehen von 94,46 bis 94,56, und endlich gaben zwei Versuche von Marchand 93,65 bis 93,82.

Nimmt man an, das Naphthalin bestehe aus C^4H^3 oder C^3H^2, so bekommt man einen Kohlengehalt von 94,23 oder 94,84 Proc.; dann aber wird der Wasserstoffgehalt auf 5,77 oder 5,16 reducirt, was einen so grofsen Ueberschufs von dem bei der Analyse erhaltenen Wasser voraussetzt, dafs eine solche Zusammensetzung nicht angenommen werden kann. Gewifs kann man sagen, das Naphthalin brauche nicht eine so geringe Anzahl einfacher Atome zu enthalten, wie man im Allgemeinen annimmt, da man in der Naphthalinschwefelsäure nicht weniger als vier solche Atome oder $C^{20}H^{16}$ findet. Wollte man nun voraussetzen, die richtige Zusammensetzung sey $C^{21}H^{16}$, so würde der procentische Gehalt an Kohle 94,15 und an Wasserstoff 5,85. Allein dieser Ausweg zur Erklärung hilft doch nichts beim Gewichtsüberschufs der zusammengerechneten Bestandtheile, und der Ueberschufs des bei der Analyse erhaltenen Wassers wird nach dieser Ansicht gröfser, als er bei einem einigermafsen wohl ausgeführten Versuche möglich ist.

Das Verhalten verdient also auf's Neue geprüft zu werden, besonders in Hinsicht der Abweichungen, welche von den analytischen Methoden herrühren können; möglicherweise sind darunter verschiedene, welche bei der Analyse sauerstoffhaltiger Körper weniger merkbar werden, da der Sauerstoff immer aus dem Verlust berechnet wird. — Man mufs das Naphthalin auch auf an-

dere Weisen analysiren, und die Resultate von verschiedenen Methoden vergleichen. — Dafs in der Analyse des Naphthalins ein Fehler liegt, erhellt aus dem Ueberschufs, welchen alle bei der Berechnung der Verbrennungsproducte erhalten haben; es mufs ausgemittelt werden, worin der Fehler liegt. Ich habe hier nur den Zweck, zu erforschen, ob der Fehler in einer unrichtigen Zahl für das Atomgewicht der Kohle liege.

Offenbar mufs sich das Atomgewicht der Kohle durch Analyse kohlensaurer und oxalsaurer Salze bestimmen lassen, und hiezu das Carbonat und Oxalat des Bleioxyds besonders geeignet seyn, da das Atomgewicht des Bleioxyds mit einiger Sicherheit bestimmt ist, und die Austreibung oder Zerstörung der Säuren durch Glühen so leicht geschieht. Mit diesen habe ich daher einige Versuche angestellt, unterstützt von Hrn. Lars Svanberg, dessen ausgezeichnete Geschicklichkeit durch verschiedene, früher von ihm der K. Academie übergebene Arbeiten bezeugt wird.

Die Versuche wurden angestellt mit reinem kohlensauren Bleioxyd, das aus reinem salpetersauren Bleioxyd durch Eintröpflung einer Lösung von reinem kohlensauren Ammoniak im Ueberschufs und vollkommenes Auswaschen erhalten war, auch mit oxalsaurem Bleioxyd, das theils aus essigsaurem Bleioxyd, theils aus einem verdünnten salpetersauren Bleioxyd gefällt worden.

Das Abfiltriren und Waschen der Niederschläge geschah, zur Vermeidung einer Einmengung von Fasern des Filtrirpapiers, auf die Weise, dafs von einer cylindrischen Flasche der Boden abgeschnitten, und in den zu einer feinen Spitze ausgezogenen Hals etwas Baumwolle gelegt wurde. Bei Herausnahme des gewaschenen Niederschlags wurde eine solche Lage darin über dem Baumwollenstöpsel zurückgelassen, dafs keine Einmengung davon möglich war.

Die Niederschläge wurden zuletzt bei einer höheren Temperatur getrocknet, indefs nicht bei einer so hohen, dafs dadurch die Zusammensetzung des Salzes verändert worden wäre. Alle Wägungen geschahen durch Substitution auf einer Wage, welche, auf beiden Seiten mit 2 bis 300 Grm. belastet, noch mit 0,1 Milligrm. einen merkbaren Ausschlag gab.

1) *Kohlensaures Bleioxyd.* 17,8005 Grm. desselben, bei +165° C. getrocknet, wurden im Platintiegel zur gelinden Rothgluth erhitzt und sodann über Schwefelsäure erkalten gelassen; es hinterblieben 14,8559 Grm. Bleioxyd. Das Gewicht der Kohlensäure ist folglich 2,9446, mithin das Atomgewicht der Kohlensäure =276,405 und das der Kohle =76,405.

Das Bleioxyd hatte eine rein gelbe Farbe, und löste sich in verdünnter Essigsäure ohne Rückstand auf.

Bei einem Versuch mit salpetersaurem Bleioxyd, welches in eine Lösung von reinem kohlensauren Natron eingetröpfelt und mit einem Ueberschufs des Alkalis gekocht worden, wurde ein kohlensaures Bleioxyd erhalten, welches nach vollkommenem Auswaschen von 13,698 Grm., bei +160° C. getrocknet, einen Glührückstand von 10,618 Grm. hinterliefs, folglich 2,080 Grm. oder 15,185 Proc. Kohlensäure verloren hatte. Wasser zog daraus kohlensaures Natron aus. Es war folglich

$$\dot{Na}\ddot{C} + 4\dot{Pb}\ddot{C}.$$

2) *Oxalsaures Bleioxyd*, gefällt mit überschüssiger Oxalsäure aus essigsaurem Bleioxyd, getrocknet bei 140° C., =12,399 Grm., wurde in demselben Glaskolben, in dem es gewägt und getrocknet worden, verbrannt. Es hinterliefs eine blafs citrongelbe Masse, welche 9,3478 wog, und bei Auflösung in verdünnter Essigsäure 0,1413 metallisches Blei hinterliefs, entsprechend einem Sauerstoffverlust von 0,0109, so dafs das Gewicht des Oxyds =9,3587 und das der Oxalsäure =3,0403 wird. Dar-

nach berechnet, ergiebt sich das Atomgewicht der Oxalsäure $= 453{,}022$ und das der Kohle $= 76{,}511$.

3) *Oxalsaures Bleioxyd*, gefällt aus salpetersaurem Bleioxyd, getrocknet bei 145° und 10,0297 Grm. wiegend, wurde eben so verbrannt; es gab, nach Berechnung des zur Oxydation von 0,283 Grm. reducirten Blei erforderlichen Sauerstoffs 7,5658 Bleioxyd und 2,4639 Oxalsäure. Hieraus ist das Atomgewicht der Oxalsäure $= 454{,}137$ und das der Kohle $= 77{,}068$.

4) *Oxalsaures Bleioxyd* von derselben Bereitung, getrocknet bei 150° C. $= 14{,}0372$, gab 10,5921 Bleioxyd und 3,4451 Oxalsäure, wornach deren Atomgewicht $= 453{,}564$ und das der Kohle $= 76{,}782$.

Die Eigenschaft des oxalsauren Bleioxyds, ein Doppelsalz mit salpetersaurem Bleioxyd zu bilden, welches zwar vom Wasser zersetzt wird, vermuthlich aber niemals vollständig durch Waschen ausgezogen werden kann, scheint hier sich dadurch zu verrathen, dafs diese beiden letzten Versuche ein höheres Atomgewicht ergeben, als die beiden ersten. Dabei mufs auch bemerkt werden, dafs das aus dem salpetersauren Bleioxyd gefällte oxalsaure Bleioxyd schwer und krystallinisch war, und dafs bei dem letzten Versuch eine Spur des reducirten Bleis durch Zufall während des Wägens verloren ging.

Den beiden Versuchen, die mit dem aus salpetersaurem Bleisalz gefällten oxalsauren Bleioxyd angestellt wurden, dürfte folglich kein Stimmrecht zuerkannt werden können.

Die Anzahl dieser Versuche ist zwar nicht so grofs wie erfordert würde, wenn durch sie allein das Atomgewicht der Kohle bestimmt werden sollte; allein als Probe, wie weit das aus dem specifischen Gewicht des Kohlensäuregases hergeleitete Atomgewicht richtig sey, halte ich sie doch für ganz befriedigend. Die Mittelzahl aus den beiden ersten Versuchen ist 76,458, und sie stimmt also mit 76,438 so nahe überein, wie man von dergleichen Versuchen nur erwarten kann.

Es giebt in Betreff des Atomgewichts der Kohle noch einen anderen Umstand, der hier berührt zu werden verdient, nämlich; ob die Kohlensäure, welche gewöhnlich als $C + 2O$ betrachtet wird, $C + O$ sey, und das Kohlenoxyd $2C + O$, wie Dumas und, nach ihm, einige andere französische Chemiker annehmen. Die Frage wäre gleichgültig, wenn nicht daraus beim Gebrauche chemischer Formeln zuweilen Verwechslungen entständen; denn man mufs entweder schon wissen, wie der Verfasser der Formeln das Atomgewicht der Kohle ansieht, oder auch nachrechnen, um zu finden, ob das Zeichen C die Zahl 76,438 oder 38,219 bedeute. Dafs diefs Verwirrungen verursachen könne, ist unläugbar; auch wäre zu wünschen, dafs beim Gebrauche von Formeln dasselbe Zeichen immer dieselbe Zahl bedeute.

Vergleicht man die Wahrscheinlichkeiten der beiden angeführten Gewichte, so bleibt, meines Erachtens, die gröfste für die Zahl 76,438. Nach dieser besteht das Kohlenoxyd aus 1 Volum von jedem Element ohne Verdichtung, und die Kohlensäure aus 1 Volum Kohle und 2 Vol. Sauerstoff, verdichtet zu 2 Volumen. Nach dem Atomgewicht 38,219 besteht das Kohlenoxyd aus 2 Vol. C, und 1 Vol. O verdichtet zu 2 Vol. und die Kohlensäure aus gleichen Volumen ohne Verdichtung. So lange das Volum der Kohle in Gasform nicht direct gewogen werden kann, ist die eine dieser Ansichten eben so wahrscheinlich als die andere.

Vergleichen wir ferner diese beiden Ansichten bei der Zusammensetzung der kohlensauren Salze, so verringert sich die Wahrscheinlichkeit für das niedrigere Atomgewicht. Es ist ein so allgemeines Verhalten, dafs in neutralen Salzen 1 At. Säure auf 1 At. Basis und 1 At. Radical sowohl von der Säure als von der Basis enthalten ist, dafs eine constante Ausnahme sich nur bei solchen Säuren findet, die aus 2 At. Radical und 1, 3 oder 5 At., d. h. einer ungeraden Anzahl Atome, Sauerstoff

bestehen. Wäre die Kohlensäure $C+O$, so würden die neutralen Carbonate von Baryterde, Strontianerde und Kalkerde aus 1 At. Basis und 2 At. Kohlensäure bestehen, und man dürfte erwarten, dafs gelindes Glühen das eine Atom mit Hinterlassung des andern austreiben könnte. Ist die Kohlensäure aber $C+2O$, so ist das Verhalten dieser Carbonate mit der angenommenen Zusammensetzung übereinstimmend.

Eine andere Wahrscheinlichkeit für $C+2O$ liegt auch in dem Vergleich mit anderen Sauerstoffverbindungen der Kohle; denn wenn das Atom der Kohle nur 38,219 wiegt, so ist die Oxalsäure C^4O^3, die Honigsteinsäure C^8O^3, die Mesoxalsäure C^6O^3, die Krokonsäure $C^{10}O^4$ und die Rhodizinsäure $C^{14}O^7$, statt bei Annahme des Gewichtes 76,438 die Anzahl der Kohlen-Atome halb so grofs wird, was besonders bei der Oxalsäure und Mesoxalsäure das Wahrscheinlichere ist. Es scheint als habe Dumas sich deshalb für das halbe Atomgewicht entschieden, weil bei der Zusammenrechnung einiger Analysen die Zahl 76,438 zu der Nothwendigkeit führt $\frac{1}{2}$ At. Kohle anzunehmen; aus mehren dieser Analysen, z. B. aus der des Indigo's, ist indefs, seit genauere Versuche angestellt worden, diefs halbe Atom verschwunden, und jedenfalls würde es vielleicht vorsichtiger gewesen seyn, ein so beschaffenes analytisches Resultat für unrichtig zu halten, als anzunehmen, die neutralen Carbonate beständen aus 1 At. Basis und 2 At. Kohlensäure.

Was hier von der Halbirung des Kohlen-Atoms gesagt worden, gilt auch von der, besonders von englischen Chemikern vorgenommenen Verdopplung der Atome des Wasserstoffs, des Stickstoffs und der Salzbildner, wogegen offenbar die relativen Volume sprechen. Man hat einmal damit begonnen, und der allgemeine Gebrauch scheint dort einen mächtigeren Einflufs auszuüben als Betrachtungen, die aus einer allgemeinen Uebersicht der

Wissenschaft geschöpft sind. Es wäre indefs gut, wenn in wissenschaftlichen Fragen Nichts sich geltend machte, als was die gröfste Wahrscheinlichkeit zur Richtigkeit für sich hat.

XIX. *Fernere Nachrichten über das neue Metall.*

(Aus einem Schreiben des Hrn. v. Berzelius an den Herausgeber) [1].

Stockholm, 3. Mai 1839.

— Mosander hat gefunden, dafs das Cerium überall, wo es vorkommt, von einem neuen, zuvor unbekannten Mineral begleitet wird, dessen Oxyd dem Ceroxyd im Ansehen so ähnlich ist, dafs es schwerlich durch seine äufseren Eigenschaften von diesem unterschieden werden kann. Das Cerium verhält sich also, wie z. B. das Kobalt, welches fast niemals ohne Nickel gefunden wird, oder wie das Tellur, welches selten von Selen frei ist, u. s. w. Mosander hat diefs neue Mineral *Lantan* genannt, von *λαντανειν*, verborgen seyn.

Indefs läfst es sich ganz leicht vom Cerium abscheiden. Man löst die gemengten Oxyde in Salpetersäure, dunstet zur Trockne, und glüht bis die Salpetersäure verjagt ist. Das rückständige Oxyd wird zu Pulver zerrieben, und in gelinder Wärme mit einer durch 50 bis 100 Th. Wasser verdünnten Salpetersäure behandelt. In ein Paar Stunden ist das Lantanoxyd in der Säure gelöst, und das zurückgebliebene Ceroxyd ist fast vollkommen unlöslich, sowohl in Salpetersäure als in Salzsäure. Die Lösung wird filtrirt und mit kohlensaurem Alkali gefällt, am besten mit kohlensaurem Ammoniak, welches nichts davon löst. Nach 24 Stunden sam-

1) Diese Nachrichten vervollständigen die, welche den Lesern bereits im letzten Hefte, S. 648, mitgetheilt wurden.

melt sich der Niederschlag gewöhnlich zu glänzenden Krystallschuppen, die mit Leichtigkeit auf das Filter zu bringen und zu waschen sind, und nach dem Trocknen in einer zusammenhängenden glänzenden Masse von dem Papiere abgenommen werden können. Das Carbonat wird in Salzsäure gelöst und die Lösung verdunstet, das trockne Salz, um es wasserfrei zu erhalten, in Salzsäuregas erhitzt und mit Kalium reducirt. Zur Abwaschung des Kochsalzes und Abschlemmung des möglicherweise gebildeten Oxyds wird der Rückstand mit Alkohol von 0,833 übergossen, worauf ein graues Metallpulver zurückbleibt, welches eine dunkle Bleifarbe besitzt, weich ist und sich zusammenplätten läfst. Diefs wird nun durch Auspressen getrocknet und eine Weile über Schwefelsäure im luftleeren Raum stehen gelassen. In kaltem Wasser entwickelt es langsam Wasserstoffgas, in warmem Wasser entsteht ein Aufbrausen, und das Metall verwandelt sich in ein weifses, etwas schleimiges Hydrat. An der Luft verwandelt es sich langsam in Oxyd.

Das Oxyd erhält man, wenn man das Carbonat glüht, anhaltend glüht, denn die letzten Portionen Kohlensäure hängen demselben hartnäckig an. Es ist blafs ziegelroth, und aus dem geglühten salpetersauren Salz erhält man es von derselben Farbe wie das gewöhnliche Ceroxyd. Diese Farbe gehört nicht einer Einmengung von Ceroxyd an. Legt man es in warmes Wasser und läfst es eine Weile darin, so verwandelt es sich in ein weifses Hydrat, ohne dafs es sich bemerkenswerth in Wasser löst. Dieses Hydrat bringt geröthetes Lackmuspapier langsam wieder zur blauen Farbe zurück. Auch im stark geglühten Zustand löst sich das Lantanoxyd äufserst leicht in Säuren, und wenn die Menge der Säure unzulänglich ist, verwandelt es sich in ein basisches Salz. Aus einer Salmiaklösung treibt es bei fortgesetzter Digestion Ammoniak aus und löst sich darin. Fällt man das Oxyd mit ätzendem Alkali, so erhält man ein Hydrat,

drat, welches so schleimig ist, dafs es nicht abfiltrirt oder gewaschen werden kann.

Das Lantanoxyd hat zwei isomere Modificationen. Glüht man es in Berührung mit Wasserstoffgas, so wird es weifs, mit einem schwachen Stich in's Grüne, löst sich dann träger in Säuren und giebt Lösungen, die im concentrirten Zustande grünlich sind, und das daraus angeschossene Salz hat einen Stich in's Grüne. Glüht man es in Berührung mit Sauerstoffgas, so wird es ziegelroth, ohne dafs es bei dem Uebergang aus dem früheren Zustande sein Gewicht verändert; auch wenn es nun auf's Neue in Wasserstoffgas geglüht wird, findet keine Gewichtsveränderung statt. Das rothe Oxyd löst sich leichter in Säuren, seine concentrirten Lösungen sind amethystroth und die angeschossenen Salze haben einen Stich in's Rothe. Die eingetrockneten Salze sind in Masse weifs.

Schwefellantan erhält man durch Glühen des Metalls in Schwefelkohlenstoff, welches man in Dampfform darüber leitet. Es ist gelb und zersetzt kaltes Wasser unter Entwicklung von Schwefelwasserstoffgas und Bildung eines weifsen Hydrats.

Die Salze des Lantanoxyds lösen sich ohne Farbe in Wasser, schmecken zusammenziehend, kaum süfslich. Die mit Schwefel-, Salpeter-, Salz- und Essigsäure sind leichtlöslich in Wasser. Mit Oxalsäure und Kohlensäure giebt es dagegen unlösliche Salze. Mit schwefelsaurem Kali giebt es ein träglösliches Salz, welches sich aber nicht so ausfällt wie beim Cerium, falls nicht Cerium eingemengt ist, da dann beide zusammen in bestimmten Verhältnissen niederfallen.

Das Atomgewicht des Lantans ist niedriger als das bisher für das Cerium angenommene. Das aus dem Cerit erhaltene, bisher für Ceroxyd angenommene Gemenge beider Oxyde enthält weniger als 0,5, aber mehr als 0,4 Lantanoxyd.

Wird Lantanoxyd aus einer neutralen Lösung durch Bariumsuperoxyd niedergeschlagen, so erhält man ein Hydrat von Lantansuperoxyd, welches einen schwachen Stich in's Gelbe hat, aber nicht ohne Verlust des einen Sauerstoffatoms getrocknet werden kann.

XX. *Fernerweitiges Vorkommen des Lantans.*

(Briefliche Mittheilung von Hrn. Prof. Kersten.)

Freiberg, 12. Mai 1839.

— Das Lantan befindet sich auch in Verbindung mit Phosphorsäure, Thorerde, Ceroxydul, Zinnoxyd u. s. w. im Monazit von Miask, dessen Analyse ich in einem der nächsten Hefte der Annalen mittheilen werde. Ich hatte nämlich diefs Mineral analysirt, erhielt aber so auffallende Erscheinungen, dafs ich Hrn. Berzelius einige Krystalle von diesem Minerale und meine ausgeschiedenen Producte überschickte. Er hat die Güte gehabt die letzteren zu untersuchen, und gefunden, dafs dieses Mineral neben Cer auch Lantan enthielt, überdiefs auch Phosphorsäure.

XXI. *Notiz über die Wärme-Entwicklung in festen Verhältnissen; von H. Hefs.*

(Aus dem *Bullet. scientif.* der St. Petersburger Academie, vom Hrn. Verfasser mitgetheilt.)

Da der Inhalt dieser Notiz aus ihrem Titel klar ist, bin ich jeden Vorworts überhoben. Ich begnüge mich daher, das Verfahren auseinanderzusetzen, welches mich zu diesem Schlufs geführt. Ich bediente mich Schwefelsäure von verschiedener Verdünnung, enthaltend 1 bis 6

Atome Wasser auf 1 At. Säure, und beobachtete die Temperatur-Erhöhung, die beim Vermischen dieser Säure mit einem Ueberschufs Wasser entstand. Als ich nun die entwickelten Wärmemengen auf gleiche Menge wasserfreier Säure zurückführte, fand ich, dafs die Zahlen, welche diese Wärmemengen ausdrückten, ganz oder beinahe Multipla waren. Hier ein Beispiel:

Auf 1 wasserfreier Säure entwickelt:	Gefunden.	Berechnet.	Multipla.	Unterschiede.
$\dot{H}^6\dddot{S}$	43,8	43,8	2	
$\dot{H}^4\dddot{S}$	67,2	65,7	3	1
$\dot{H}^3\dddot{S}$	93,5	87,6	4	1
$\dot{H}^2\dddot{S}$	132,6	131,4	6	2
$\dot{H}\dddot{S}$	222,5	217,8	10	4

Man überzeugt sich bald, dafs diese Multipla eine grofse Analogie mit den bekannten Multiplis bei wägbaren Substanzen darbieten. Jedenfalls beweisen die entwickelten Wärmemengen, dafs es mehr als drei bestimmte Verbindungen zwischen Wasser und Schwefelsäuren giebt. Einerseits wissen wir, dafs das erste Atom Wasser mit mehr Kraft zurückgehalten wird als das zweite, das zweite mit mehr Kraft als die folgenden, und die obigen Zahlen beweisen, dafs, je inniger die sich bildende Verbindung, desto gröfser die entwickelte Wärmemenge ist. Diefs läfst uns hoffen, dafs die genaue Messung der Wärmemengen ein relatives Maafs der Verwandtschaft abgeben und uns zur Entdeckung der Gesetze derselben führen werde. Zwar ist der Fall, den ich darbiete, noch der einzige, mit hinreichender Genauigkeit constatirte; allein ich habe schon mehre, die es wenigstens angenähert sind.

Ich beschäftige mich, diese Versuche auf mehre Substanzen auszudehnen, und zu untersuchen, ob in allen Verbindungen von analoger Zusammensetzung ein Wärme-Aequivalent existire oder nicht. Die Abhandlung, an

14 *

der ich arbeite, wird alle nothwendigen Einzelnheiten enthalten.

XXII. *Zur Analyse organischer Stoffe; von H. Hefs.*

In diesen Annalen (Bd. XXXXVI S. 179) habe ich den von mir gebrauchten Apparat zur Analyse organischer Stoffe mitgetheilt. — Die Beschreibung war kurz, weil ich selbst weitläufige Beschreibungen ungern lese. — Dadurch haben sich vielleicht aber einige Undeutlichkeiten eingeschlichen, die ich hier hervorheben will.

I. Es theilte mir ein ausgezeichneter Mann die Bemerkung mit, es möchte vielleicht von diesem Apparat nicht so viel Nutzen zu ziehen seyn, als ich zu glauben geneigt bin, und zwar weil die Kohlensäure, wenn sie von freiem Sauerstoff begleitet wird, im Kaliapparat nicht vollständig verschluckt wird. — Diese Bemerkung ist vollkommen richtig; es ist nur zu bemerken, dafs der Versuch so geleitet werden mufs, dafs nie Sauerstoff im Ueberschufs durchströmt. Ich habe vielfältig erfahren, dafs, wenn während der ganzen Analyse Sauerstoff im Ueberschufs durchströmt, der Kohlenstoff zu klein wird. Ist der Versuch aber gut geleitet, was man vollkommen in seiner Hand hat, so geht, nachdem der Apparat sich mit Kohlensäure angefüllt hat, auch nicht eine Gasblase unabsorbirt durch den Kaliapparat, vollkommen aber, wenn man ohne Sauerstoff-Reservoir arbeitete. Erst ganz zuletzt tritt wieder Sauerstoffgas auf, dann ist der Versuch aber auch beendet, — und man braucht nur wenig durchströmen zu lassen.

II. Man glaubt dasselbe zu erreichen, wenn man chlorsaures Kali in das hintere Ende der Röhre legt.

Diefs erfüllt den Zweck aber nicht, denn erstens ist die Entwicklung des Sauerstoffgases bei weitem nicht so leicht vollkommen zu reguliren, wie es mit dem Gasometer geschieht, wo man zu jeder Zeit nach Willkühr den Strom vermehren und vermindern kann. Zweitens aber, und diefs ist sehr wesentlich, wird in dem von mir beschriebenen Verfahren der organische Stoff nicht mit dem Kupferoxyd vermischt, und dieses wird für sich ganz glühend eingefüllt, so dafs man jeden Ueberschufs an Wasserstoff, der vom Kupferoxyd herrühren könnte, ganz vermeidet.

XXIII. *Ueber Schützung des Eisens durch Zink.*

(Briefliche Mittheilung von Hrn. Hofrath Muncke.)

Heidelberg, den 21. April 1839.

— Eine sehr interessante und vermuthlich (in dieser speciellen Beziehung) auch neue Nachricht kann ich Ihnen mittheilen. Kürzlich theilte mir Hr. v. Althaufs, Verfasser einer kleinen Schrift über Elektromagnetismus, jetzt Salinen-Director in Dürrheim, eine seit 10 Jahren von ihm erprobte Erfahrung mit. Er hat nämlich die beiläufig 30 F. langen eisernen Pfannen, worin das Salz gesotten wird, vollkommen dadurch gegen den Rost geschützt, dafs er an der Aufsenseite Zinkstreifen annageln liefs. Keine Flüssigkeit setzt beide Metalle in Verbindung; auch behauptet er, die genaue Politur beider Metalle an den Berührungsstellen sey nicht einmal nothwendig; auch habe er die kalte Soole Wochen lang in solchen geschützten Pfannen stehen gelassen, ohne dafs sich auch bei mittlerer Temperatur irgend eine Spur von Rost zeigte. Seiner Versicherung nach kostet die ganze, so von ihm hergestellte Anlage 22000 Thaler; und man

mufs hiernach gestehen, dafs die Versuche im Grofsen angestellt sind. — Abermals ein schlagender Beweis für die Contact-Theorie; aber die Anhänger der chemischen werden wieder zur Feuchtigkeit der Luft ihre Zuflucht nehmen. Ich selbst habe etwas Aehnliches schon vor mehr als 10 Jahren in Anwendung gebracht, indem ich zwischen die Handhaben und die Bügel der Dynamometer dünne Zinkbleche legen liefs; allein ich habe keinen solchen Apparat behalten, und kenne also den Erfolg nicht.

XXIV. *Ueber das Gefrieren des Wassers auf Thermometern.*

(Briefliche Mittheilung von Hrn. F. C. Henrici.)

Harste bei Göttingen, den 27. Febr. 1839.

— Wenn man die Kugel eines empfindlichen Thermometers mit Mousselin überzieht, den Ueberzug benäfst, und das eingedrungene Wasser in Frostkälte gefrieren läfst, so sieht man bekanntlich im Augenblick seines Erstarrens das Quecksilber im Thermometer plötzlich um $\frac{1}{2}$ bis 1 Grad steigen, und eben so plötzlich wieder fallen. Man hat Ersteres der durch das Gefrieren des in der Hülle befindlichen Wassers frei werdenden Wärme zugeschrieben. Ich kann dieser Ansicht nicht beistimmen; denn eines Theils kann die auf solche Weise frei werdende Wärme *nie* eine höhere Temperatur, als die bei der vorhergehenden Aenderung des Aggregatzustandes vorhandene erzeugen (gefrierendes Wasser giebt zwar *viel* Wärme, aber nur von 0° C. Temperatur, aus; ein *höherer* Wärmegrad kann unmöglich von *gefrierendem* Wasser mitgetheilt werden); und anderen Theils könnte eine Wärmeänderung im Quecksilber des Thermometers

nicht mit der Geschwindigkeit vor sich gehen, welche bei dem in Rede stehenden Steigen und Fallen derselben stattfindet. Jenes kann daher nur die Folge des Drucks seyn, welchen das Erstarren (Krystallisiren) der zusammenhängenden, die Thermometerkugel umgebenden Wasserhülle momentan gegen diese bewirkt.

XXV. *Magnetische Expedition nach der südlichen Hemisphäre, und Errichtung fixer magnetischer Stationen in Ostindien, Süd-Afrika, St. Helena, Van Diemens-Land und Canada auf Kosten des britischen Gouvernements.*

Die öffentliche Aufforderung zur Errichtung fixer *magnetischer Stationen* in der Tropengegend, welche Herr Alex. v. Humboldt vor drei Jahren an die K. Societät in London richtete, hat endlich ersprieſsliche Folgen für die Erweiterung unserer Kenntnisse des Erdmagnetismus gehabt. Die Vorschläge, welche jener Gelehrte in einem Briefe an den Herzog von Sussex entwickelte (*Lettre de M.* de Humboldt *a S. A. R. Mgr. le duc de Sussex, Président de la Société royale de Londres, sur les moyens propres à perfectionner la connaissance du Magnétisme terrestre par l'établissement de stations magnétique et observations correspondantes, Avril* 1836), wurden von der Societät mit Wohlgefallen aufgenommen, und es kam bereits im Jahr 1836 zu dem Beschlusse, das Gouvernement um die pecuniären Mittel anzusprechen, welche die Gründung permanenter magnetischer Stationen erforderte. Die langerwünschte Rückkunft des Sir John F. W. Herschel vom Vorgebirge der guten Hoffnung

hat diese wichtige Angelegenheit von Neuem belebt, und den Plan der Unternehmung dadurch grofsartig erweitert, dafs der Bau magnetischer Häuser an eine See-Expedition geknüpft worden ist, welche die magnetischen Curven der *Abweichung*, der *Inclination* und der *Intensität* bis gegen den Südpol hin bestimmen soll. In der mittleren Breitenzone des alten Continents sind jetzt schon magnetische Häuser, von Lissabon bis Peking, errichtet, Anstalten, die durch gemeinsame Thätigkeit, hauptsächlich aber durch die Freigebigkeit der russischen Regierung, seit kaum acht Jahren zu Stande gekommen sind. In allen neueren, jetzt von der englischen Regierung zu stiftenden, Stationen werden ausschliefslich die vortrefflichen und sicheren Apparate und Beobachtungs-Methoden des Hrn. Hofrath Gaufs angewendet werden. Folgende Nachrichten, aus einem neueren Briefe des Majors Edward Sabine geschöpft, der selbst so viel zu der erweiterten Kenntnifs des Erdmagnetismus beigetragen, werden über das neue britische Unternehmen zuerst einiges Licht verbreiten. »Die K. Schiffe *Terror* und *Erebus* haben so eben (Anfang April) den Auftrag erhalten, in See zu gehen, um die Linien der magnetischen Abweichung, Neigung und Intensität magnetischer Kraft in der südlichen Halbkugel, namentlich in der Nähe und innerhalb des antarktischen Polarkreises zu bestimmen. Diese interessante und wichtige Unternehmung ist von der K. Regierung dem, als Begleiter des Sir Edw. Parry, bei allen seinen Polar-Unternehmungen, bekannten und so sehr ausgezeichneten Capt. James Rofs übertragen worden. Die Schiffe sollen, in jeder Hinsicht, gerade so ausgerüstet und bemannt werden, wie bei den Polar-Reisen, und es sind *drei Jahre* zur Vollendung der Untersuchungen ausgesetzt, wobei Van Diemens Land zum Erholungshafen bestimmt ist. Die Erfahrung, welche man sich in England bei der Ausrüstung so vieler nordischer Expeditionen erworben, berechtigt zu der Er-

wartung, dafs diese Schiffe und deren Mannschaft vollkommen dazu geeignet seyn werden, die Untersuchungen bis zu ihrer äufsersten möglichen Gränze im Süd-Polarmeer auszudehnen. Was den Befehlshaber betrifft, so kann man mit Recht behaupten, dafs er, in einem ganz besonderen Grade, die Eigenschaften in sich vereinige, welche zu einem solchen Unternehmen erforderlich sind.«

»Die Expedition wird alle die nöthigen Erfordernisse an Beobachtern und Instrumenten für fixe magnetische Stationen auf *Van Diemens Land*, *St. Helena* und dem *Vorgebürge der guten Hoffnung* mitnehmen, welche, auf der Fahrt, nach ihren resp. Bestimmungsorten gebracht werden sollen. Auf den magnetischen Stationen soll *drei Jahre lang* beobachtet werden, und die Vorsteher derselben sollen Artillerie- oder Ingenieur-Officiere seyn. Die Instrumente sollen denen gleich seyn, welche jetzt die Sternwarte in *Dublin* besitzt (also Gaufsische Reflexions-Apparate). Magnetometer dreierlei Art, für Abweichung, horizontale und verticale Kraft; Observatoren und Instrumente für eine *vierte* Station werden, zu gleicher Zeit mit der See-Expedition, nach *Canada* abgehen, so wie die ostindische Compagnie drei andere in Indien, nämlich in *Madras*, *Bombay* und *Simla*, in Thätigkeit zu setzen unternommen hat. Der *Plan* der Beobachtungen auf diesen Stationen soll nicht eher bestimmt werden, als bis man mit den Magnetbeobachtern (*magneticians*) auf dem Continent sich in Verbindung gesetzt haben wird. Man erwartet, dafs die sämmtlichen Vorbereitungen bis zur Mitte des *August's* vollendet seyn werden, so, dafs die sämmtlichen Observatorien zu Anfang des Jahres 1840 in Thätigkeit seyn werden.«

XXVI. *Ueber die allgemeinen magnetischen Relationen und Charaktere der Metalle; von M Faraday.*

(*Phil. Mag. Ser. III Vol. XIV p.* 161.)

Die Idee, dafs die Metalle sämmtlich bei grofser Kälte magnetisch seyn möchten, wie sie alle oberhalb einer gewissen Temperatur unmagnetisch sind, wurde im März 1836 ausgesprochen, und dabei einige Versuche gemacht, in denen verschiedene Metalle bis —60° oder —70° F. abgekühlt wurden, ohne jedoch Magnetismus zu erlangen [1]). Es wurde späterhin bemerkt, dafs Berthier gesagt, aufser Eisen, Kobalt und Nickel, *besäfse auch Mangan bei einer gewissen, weit unter Null liegenden Temperatur Magnetismus* [2]). Da ich im letzten Mai Gelegenheit hatte, mit Thilorier's schönem Apparat zur Darstellung flüssiger und starrer Kohlensäure zu arbeiten, so ward ich begierig zu untersuchen, welch einen Einflufs die hiemit zu erlangende, äufserst niedrige Temperatur wohl auf die magnetischen Kräfte von Metallen und anderen Substanzen, besonders Mangan und Kobalt, ausüben würde.

Die Substanzen wurden durch Eintauchung in die Mischung von Aether und starrer Kohlensäure erkaltet, und entweder durch an ihnen befestigte Platindrähte oder Holzstäbchen darin umgerührt. Die Temperatur würde, nach Thilorier, ungefähr —112° F. seyn [3]). Zur Prüfung auf Magnetismus diente ein astatisches System von zwei Nadeln, die beide klein und kräftig waren, so

1) Annal. Bd. XXXVII S. 423.

2) Ebendaselbst, S. 429.

3) Ebendaselbst, Bd. XXXVI S. 141.

dafs es sehr empfindlich seyn mufste für eine magnetische Substanz, die einem seiner vier Pole genähert wurde. Mit grofser Sorgfalt suchte man die Wirkung des, durch den erkalteten Körper gebildeten, herabsteigenden Luftstroms zu vermeiden, und daher wurden in den wichtigsten Fällen sehr dünne Glimmerplatten eingeschaltet.

Folgende Substanzen gaben, bis 112° F. abgekühlt, nicht die geringste Anzeige von Magnetismus:

Antimon	Chrom	Blei	Rhodium
Arsen	Kobalt	Quecksilber	Silber
Wismuth	Kupfer	Palladium	Zinn
Kadmium	Gold	Platin	Zink.

Ein mir von Hrn. Everett gegebenes Stück *Manganmetall* war bei *gewöhnlichen* Temperaturen schwach magnetisch und polar. Bis zum äufsersten Grad erkaltet, war es nicht stärker magnetisch. Hienach glaube ich, dafs die Angabe von seiner Erlangung magnetischer Kräfte unter solchen Umständen unrichtig ist. Durch sehr sorgfältige Untersuchung wurde in diesem Stück Mangan eine Spur Eisen gefunden, und dieser mufs, glaube ich, der Magnetismus desselben zugeschrieben werden.

Es wurde sorgfältig ermittelt, dafs *reines* Kobalt bei jener sehr niedrigen Temperatur nicht magnetisch wird.

Die natürliche Legirung von *Iridium* und *Osmium*, so wie auch Krystalle von *Titan*, zeigten sich in gewöhnlichen Temperaturen schwach magnetisch, ich glaube wegen eines Eisengehalts [1]). Auf den niedrigsten Grad erkaltet, erlangten sie keinen stärkeren Magnetismus, und daraus dürfte zu schliefsen seyn, dafs *Iridium*, *Osmium* und *Titan* auf die Liste der nicht magnetischen Metalle zu setzen sind.

In ähnlicher Weise wurde nun *Kohle* und die folgenden Metalle geprüft, aber alle mit negativem Erfolg;

1) S. Wollaston. Gilbert's Annalen, Bd. LXXV S. 220.

nicht einer dieser Körper gab in der Kälte die geringste Anzeige von erlangtem Magnetismus:

1) Kohle
2) Haematit
3) Bleioxyd
4) Antimonoxyd
5) Wismuthoxyd
6) Arsenige Säure
7) Zinnstein
8) Braunstein
9) Chlorsilber
10) Chlorblei
11) Quecksilberjodid
12) Bleiglanz
13) Realgar
14) Operment
15) Zinnober, derb, natürl.
16) Schwefelsilber
17) Schwefelkupfer
18) Schwefelzinn
19) Schwefelwismuth
20) Schwefelantimon
21) Eisenvitriol, krystall.
22) dito wasserfrei.

Die Kohle war jene dichte, harte, welche man aus den Gasretorten erhält. Die Substanzen 3, 4, 5, 6, 9, 10, 11 und einige der Schwefelmetalle waren zuvor geschmolzen worden; auch wurden alle Substanzen im möglich dichtesten und festesten Zustand angewandt.

Es ist vielleicht bloſs wegen der angeblich nach Einigen in hohen nördlichen Breiten vorkommenden Erscheinungen noch bemerkenswerth, daſs Eisen und Nikkel bei Erkaltung zu dem niedrigsten Temperaturgrade keine Schwächung ihres Magnetismus erleiden.

XXVII. *Fortgesetzte Beobachtungen über die Bodentemperatur von Brüssel.*

Schon früher (Ann. Bd. XXXV S. 139 und Bd. XXXVIII S. 531) theilten wir die Ergebnisse der Beobachtungen mit, welche Hr. Quetelet über die Bodentemperatur von Brüssel i. d. J. 1834 und 1835 angestellt hat. Seit der Zeit hat dieser eifrige Naturforscher die Beobach-

ıngen mit lobenswerthem Eifer fortgesetzt, und in ei-
ɜm der neueren Stücke des Bulletin der Brüsseler Aca-
ɜmie, das uns durch dessen Güte zugesandt ward, die
esultate des letzten Jahres verglichen mit dem Gesammt-
esultate des ganzen Lustrums zusammengestellt. Wir
ɜeilen uns daher auch diese den Lesern zu übergeben,
n so mehr, als sie einen interessanten Vergleich mit
ɜnen neuerlich von Hrn. Prof. Forbes zu Edinburg [1])
ıgestellten gewähren [2]).

Tiefe.	Zeiten der Minimum-Temperatur. 1838.	Allg. Mittel.	der Maximum-Temperatur. 1838.	Allg. Mittel.
,00 Par. F.	27,4 Jan.	22,9 Jan	14,5 Juli	22,0 Juli
,58	7,1 Febr.	2,9 Febr.	19,7 -	26,8 -
,38	13,3 -	11,4 -	18,8 -	31,1 -
,31	16,4 -	21,8 -	25,8 -	5,4 Aug.
,08	[3])	24,8 -	27,2 -	8,3 -
,00	19,1 Apr.	21,7 Apr.	23,6 Oct.	12,5 Oct.
,00	20,0 Juni	18,5 Juni	15,6 Dec.	12,0 Dec.

Die grofse Kälte im Januar 1838 hat also auf den
ıntritt des Minimums in 24 Fufs Tiefe keinen beträcht-
ɜhen Einflufs gehabt; dagegen hat sie stärker auf die
Verthe des Minimums eingewirkt, wie folgende Tafel
igt:

1) Annalen, Bd. XXXXVI S. 509.

2) Eine ausführliche, die Erfahrung mit der Theorie vergleichende Abhandlung des Hrn. Quetelet über die Bodentemperatur von Brüssel hoffen wir auszugsweise künftig mittheilen zu können.

3) Diefs Thermometer konnte nicht beobachtet werden.

Tiefe.	Temperatur. Centesimalgrade. Minimum. 1838.	Allg. Mittel.	Maximum. 1838.	Allg. Mittel.
0,58 Par. F.	+ 0°,32	+ 2°,76	+15°,56	+16°,65
1,38	1 ,81	3 ,66	16 ,05	16 ,48
2,31	1 ,90	4 ,28	15 ,33	16 ,34
3,08	?	5 ,94	15 ,64	16 ,38
12,00	9 ,48	9 ,69	14 ,31	14 ,30
24,00	10 ,71	11 ,14	12 ,31	12 ,62

Jährliche Schwankung der Temperatur in Centesimalgraden.

Tiefe.	1838.	1834 bis 1838.
0,58 Par. F.	15°,24	13°,89
1,38	14 ,24	12 ,82
2,31	13 ,43	12 ,06
3,08	?	10 ,44
12,00	4 ,83	4 ,61
24,00	1 ,60	1 ,48

Vorstehende Beobachtungen wurden sämmtlich mittelst Thermometer gemacht, die im *Norden* der Sternwarte in den Boden versenkt sind. Seit drei Jahren sind dergleichen Thermometer auch im *Süden*, an einem der Sonne zugänglichen Orte, eingelassen worden. Die hiemit angestellten Beobachtungen wird Hr. Quetelet künftig mittheilen.

XXVIII. *Klima von Sardinien.*

Nach Hrn. Moris, Prof. der Botanik in Turin [1]), kann man in Sardinien drei Zonen unterscheiden. Erstens die

1) *Flora sardoa seu historia plantarum in Sardinia et adjacentibus insulis vel sponte nascentium vel ad utilitatem latius excultarum*, *auct.* J. H. Moris, *Taurini* 1837.

untere Region, die Region der Ebenen, deren Vegetation sich kaum von der der benachbarten Küste unterscheidet. Sie ist sehr ungesund, theils wegen der von den Sümpfen ausgehauchten Miasmen, theils wegen des Temperatur-Unterschiedes zwischen Tag und Nacht, dessen schädlicher Einfluſs den Einwohnern so bekannt ist, daſs sie sich seit undenklichen Zeiten, selbst in der heiſsen Jahreszeit, mit Hammelfellen bekleiden. Die Hügel und Wälder bieten nicht diese Uebelstände dar. Die zweite Region, die *intermediäre*, besteht aus höher liegenden Ebenen oder Hügeln. Ihre Vegetation ähnelt der des gemäſsigten Europa's. Ihr Klima kann man aus folgenden, in den Jahren 1822 bis 1825 zu *Carali* in einer Höhe von $101^m,4$ beobachteten Mitteltemperaturen beurtheilen [1]).

Herbst	$+14^{\circ},17$ R.	Winter	$+8^{\circ},35$ R.
Frühling	11 ,65	Sommer	19 ,05.

Die dritte Region ist die der *Berge*. Die Berge sind auf Sardinien weniger hoch als auf Corsica. Während dort die beiden höchsten Gipfel, der *Monte Rotondo* und *Monte d'Oro*, respective 2672 und 2652 Meter messen, hat der höchste Punkt in Sardinien, der *Genargento*, nur 1917 Meter Höhe; auf ihm verschwindet der Schnee gänzlich, während die nördlichen Berge in Corsica, wenigstens in Spalten und Höhlen, immer einigen Schnee beherbergen [2]). Auſserdem findet man in Sardinien den *Mt. d'Oliena* von 1338, den *Mt. Limbara* von 1313

1) Siehe *Voyage en Sardaigne ou Descript. statistique, physique, etc., par le chevalier* Albert de la Marmora, *Paris* 1826.

2) In Bruguière's *Orographie de l'Europe* wird der *Punta Schiuschiu*, dem Gipfel vom *Mt. Genargentu*, eine Höhe von 1830, und dem *Mt. Gigantinu*, in den Bergen von *Limbarra*, eine Höhe von 1217 Metern beigelegt, beides nach Barometermessungen von Marmora; andererseits wird daselbst die Höhe des *Monte Rotondo*, nach trigonometrischer Bestimmung auf der *Carte de la Corse, publié par le dépôt de la guerre*, zu 2764 Meter angegeben. *P.*

und den *Linas* von 1242 Meter. (*Biblioth. universell. T. XIII p.* 189.)

XXIX. *Höhenmessungen in Peru.*

In einem Briefe an Hrn. Arago meldet Hr. Pentland, dafs er die Messung des *Illimani* wiederholt, und, unter günstigeren Umständen als i. J. 1827, für die Höhe dieses erhabensten Gipfels der Neuen Welt =7275 Meter (22396 Par. Fufs) gefunden habe. (Die früheren Messungen (Ann. Bd. XIII S. 519) gaben 7376 Met. (22706 Par. F.), also etwa 100 Meter mehr). — Vier Messungen an den West- und Süd-Abhängen der Cordilleren jener Gegenden gaben für die Höhe der *Schneegränze:* 4823; 4736; 4782; 4775 Met., an der Nordostseite hatte er sie i. J. 1827 selten unter 5200 Meter angetroffen, — In späteren Briefen giebt Hr. P. an, er habe in 14° 33′ S. an den Bergen von *Vilcanota*, welche die Ost- und Westkette der grofsen Cordillera in der Quere verbindet, die Schneegränze in 4928 Met. Höhe gefunden (i. J. 1827 unter 16° 40′ S. am Illimani in 4720 Met. Höhe). Auch bemerkt er, dafs sich am Nevado de Guaracolta unter 14° 30′ S. eine reiche Quelle befinde, die 80 Met. unter der Schneegränze hervorsprudele und +3°,6 C. Temperatur besitze. (*Compt. rend. T. VI p.* 831, und *T. VII p.* 490 und 708.)

1839. ANNALEN No. 6.
DER PHYSIK UND CHEMIE.
BAND XXXXVII.

I. *Ueber die Gesetze der Elektromagnete;*
von E. Lenz und M. Jacobi.

(Mitgeth. von den HH. Verf. aus dem *Bull. scient.* d. Petersb. Acad. T. IV).

1.

Seitdem durch Sturgeon zuerst bekannt geworden, dafs dem weichen Eisen durch galvanische Spiralen ein Grad von Magnetismus ertheilt werden könne, der den Magnetismus der gewöhnlichen Stahlmagnete bei weitem übertrifft, sind in Europa und Amerika die mannichfaltigsten Versuche angestellt worden, Elektromagnete von aufserordentlicher Stärke anzufertigen, und man staunte nicht mit Unrecht, als es Henry und Ten-Eyk in Nord-Amerika gelang, deren solche herzustellen, die mehr als 2000 Pfund zu tragen vermochten. Wenn man aber nachforscht, nach welchen Principien die einzelnen Elemente, z. B. die Dimensionen des Eisens, die Art der Umwicklung, die Dicke des Drahtes, die Stärke der Volta'schen Säulen u. s. w., zur Hervorbringung so starker Magnete bestimmt wurden, so findet man bald, dafs hierin viel Willkührlichkeit herrschte, und dafs man sich nur mit einem rohen Tatonnement begnügte. Es war daher Bedürfnifs der Wissenschaft, die wahren Gesetze hiefür durch eine Reihe genauer Versuche festzustellen; es war aber auch eine gebietende praktische Nothwendigkeit dazu vorhanden, sobald es sich darum handelte, den erregten Magnetismus im weichen Eisen als bewegende Kraft zu benutzen, da in diesem Falle alles darauf ankommt, mit dem zu Gebote stehenden Material den gröfstmöglichsten Nutzeffect hervorzubringen. Beides, sowohl das wissenschaftliche, als das praktische Interesse des Gegenstandes, veranlafste uns eine Reihe von

Versuchen über denselben anzustellen, deren Resultate wir hiermit der Academie in einem Auszuge vorzulegen die Ehre haben.

Ohne Zweifel müssen Versuche der Art, wenn sie auf Genauigkeit Anspruch machen sollen, zu den schwierigsten in der Physik gezählt werden, wenn man bedenkt, wie veränderlich die Wirkung der galvanischen Kette ist, wie schwierig die Kraft des Stromes für einen gewünschten Augenblick mit Sicherheit zu messen, wie schwer seinen magnetisirenden Effect zu bestimmen, wie verschieden endlich seine Wirkung auf verschiedene Eisengattungen ausfällt u. s. w. Es ist uns gelungen, die meisten der erwähnten Schwierigkeiten nach Wunsche zu überwinden; wo aber der Einflufs, den die Qualität des Eisens, und namentlich seine Ungleichartigkeit, ausübt, Gelegenheit hat entschieden hervorzutreten, wird man finden, dafs die Versuche nicht die Uebereinstimmung gewähren, deren sich die übrigen erfreuen. Dennoch aber, obgleich dieser Einflufs, dessen Natur völlig unbekannt ist, sich weder eleminiren, noch auf andere Weise beseitigen läfst, sind die Resultate wenigstens für die Bedürfnisse der Praxis vorläufig hinreichend.

2.

Unsere Versuche erforderten ihrer Natur nach zwei Operationen, wovon die *erste* in der genauen Bestimmung der Stärke des Stromes, die *zweite* in dem genauen Messen des durch ihn erregten Magnetismus bestand. Beide Beobachtungen mufsten gleichzeitig vollzogen werden, und Einer von uns übernahm fortwährend die erste, der Andere die zweite Messung.

Zur ersten Operation, nämlich zur Bestimmung der Stärke des Stromes, diente die elektromagnetische Wage, die zuerst von Becquerel hierzu vorgeschlagen worden; allein mit einer Abänderung, ohne welche eine nur einigermafsen genaue Messung unmöglich ist. Bei Becque-

rel (Diese Ann. Bd. XXXXII S. 307) nämlich, befinden sich beide elektromagnetische Spiralen unter den von den Enden des Wagebalkens herabhängenden Magnetstäben, und die Richtung des Stromes ist so angeordnet, dafs der eine Magnet abgestofsen, der andere aber angezogen wird. Die beiden Effecte summiren sich daher, um einen Ausschlag des Wagebalkens zu bewirken, der durch Zulegen von Gewichten, auf der Seite der Abstofsung, wieder compensirt werden mufs. Allein es ist leicht einzusehen, dafs auf diese Weise kein stabiles Gleichgewicht eintreten kann; denn Oscillationen des Wagebalkens sind nicht zu vermeiden, ja nothwendig; sobald nun diese nach der Seite der Anziehung hin gerichtet sind, nimmt die abstofsende Kraft ab und die anziehende zu; ihre Summe wird wegen der eigenthümlichen Natur der magnetischen Action, die mit der Abnahme der Distanzen rasch wächst, gröfser als das Gegengewicht, und der Wagebalken mufs nach der Seite der Anziehung ausschlagen. Bei der Oscillation nach der Seite der Abstofsung dagegen nimmt die Kraft zwar auch zu, aber in entgegengesetzter Richtung der Bewegung, wodurch das System in die Lage des Gleichgewichts wieder zurückgeführt wird. Ein Messen nach der Becquerel'schen Einrichtung ist daher nur ein Zufall, und allenfalls zu erklären, wenn die zu messenden Kräfte so gering sind, dafs die Zunahme derselben, welche einem sehr kleinen Ausschlage des Wagebalkens entspricht, sich innerhalb der Gränze der stattfindenden Reibungen hält.

Es müssen daher, um messen zu können, auf beide Enden des Wagebalkens abstofsende Kräfte wirken und denselben nach gleicher Richtung sollicitiren, weshalb der eine Magnetstab sich *über*, der andere sich *unter* der elektromagnetischen Spirale befinden mufs. Bei letzterer hängt der Magnetstab an einem Drahte, der durch die hohle Axe der Spirale hindurchgeht, vom Ende des

Wagebalkens herab. Nur bei dieser Anordnung können die Oscillationen zu einem *vollkommen stabilen* Gleichgewicht führen, da die Kräfte immer in, den Amplituden entgegengesetzten, Richtungen zunehmen. Das andere Gleichgewicht könnte man ein partiell-stabiles nennen, weil es nur für eine Hälfte der Oscillationen oder in einer bestimmten Richtung existirt.

Die Stärke des Stromes ist überall nach Milligrammen gemessen.

3.

Die galvanischen Ströme wurden erzeugt durch zwei Wollaston'sche Batterien von Platin und amalgamirtem Zink, jede aus 12 Paaren von 12 Quadratzoll auf jeder Seite, im Ganzen also aus 576 Quadratzoll Oberfläche bestehend. Die Platinplatten waren von zwei Zinkplatten umgeben, deren abgewendete Seiten mit Wachs überzogen waren. Eine doppelte Oberfläche des negativen Metalls anzuwenden verbot seine Kostbarkeit. Die Einrichtung war so getroffen, dafs die Elemente in Bezug auf Gröfse und Anzahl sich leicht nach den Factoren von 24 combiniren und je nach dem Bedürfnifs, grofs oder vielplattig, in ihren gesonderten Zellen anordnen liefsen. Zur Flüssigkeit wurde gewöhnlich verdünnte Schwefelsäure, bisweilen mit Zusatz von Salpetersäure, genommen.

Die Platten waren nicht beweglich, sondern an einem Rahmen befestigt, dagegen wurden die Tröge, jeder von 12 Zellen, vermittelst eines Mechanismus mit Schraube ohne Ende, so allmälig wie man eben wollte, gegen die Platten erhoben, und diese so viel wie nöthig eingetaucht. Hierdurch ward es möglich in jedem Augenblick einen Strom von bestimmter, und innerhalb gewisser Gränzen beliebiger Stärke zu erhalten. Da nämlich das Gewicht, welches den Strom messen soll, sich bereits auf der Schale befindet, so kann der Beobachter

bequem mit der einen Hand die Kurbel fassen, und die Tröge je nach dem Bedürfnifs heben und senken. Hierdurch macht man sich von jeder Veränderlichkeit der Kette unabhängig, und kann den Zeiger der Wage eine Zeit lang mit geringen und auf beiden Seiten gleichen Oscillationen am Nullpunkte erhalten. Ist der Mechanismus des Hebens und Senkens gut gearbeitet, so ist dieses Verfahren expeditif, weil die Gewichte nicht erst aufgelegt zu werden brauchen, und gestattet eine grofse Schärfe der Messung.

Zwanzig Fufs von der Wage entfernt befand sich die elektromagnetische Spirale, die einen Eisencylinder umgab. Der Strom, dessen Stärke an der Wage gemessen wurde, durchlief also hinter einander die beiden Multiplicator-Spiralen der Wage, die magnetisirende Spirale und zwei dicke kupferne Leitungsdrähte, welche diese beiden Systeme mit einander verbanden. Auf diese Weise war also die eine Aufgabe gelöst, die Stärke des Stromes zu bestimmen, welcher die magnetisirende Spirale durchlief, oder vielmehr, was noch nützlicher ist, man hatte es in seiner Gewalt der magnetisirenden Spirale eine Stromkraft von bestimmter Stärke zu ertheilen.

4.

Die zweite Aufgabe war, den erregten Magnetismus selbst zu messen. Aber welcher von den bekannten Methoden sollte man sich zu dieser Operation bedienen, da keine derselben die erforderliche Schärfe, Schnelligkeit und Bequemlichkeit darbot? Indessen schien es, da Einer von uns schon früher mit Erfolg die magneto-elektrische Induction zu genauen Maafsbestimmungen benutzt hatte, dafs diese Methode, obwohl in einer anderen Form, auch hier mit Vortheil angewandt werden könne, und wirklich übertrafen die Resultate alle unsere Erwartungen. Es wurde daher der Eisencylinder mit zwei gleichen Spiralen über einander umgeben, wovon jede als

magnetisirende oder inducirte dienen konnte. Sie wa ren auf Hülsen von Messingblech gewickelt und konn ten über einander geschoben werden. Die eine diese Spiralen, die zur Induction bestimmt war, stand mit ei nem, in einer Entfernung von etwa 15 Fufs befindliche Multiplicator in Verbindung, der eine astatische Dop pelnadel umgab, so dafs die Wage, die Spiralen mi dem Eisenkern und der Multiplicator sich in einem Dreiec von 15', 20' und 28' Seite befanden, bei welchen Ent fernungen, wie vorläufige Versuche gezeigt hatten, kein unmittelbare Einwirkung auf die Nadel stattfand. I dem Augenblick nun, wo der Beobachter an der Wag den bestimmten Strom erhält, giebt er ein verabredete Zeichen, der zweite Beobachter löst a tempo die Kett und beobachtet durch ein Fernrohr, in einem unter 45 geneigten Spiegel, die momentane Ablenkung der Mult plicatornadel. Denn es entsteht bekanntlich in der de Eisenkern umgebenden zweiten Spirale, durch Verschwin den des Magnetismus ein inducirter Strom, welcher de Multiplicator durchläuft. *Dafs dieser inducirte Strom welcher durch Verschwinden des Magnetismus im Ei senkern entsteht, diesem Magnetismus selbst proportio nal sey*, ist die Voraussetzung, worauf unser ganzes Ve fahren basirt ist. Ueber das Detail der Apparate un der Messungsmethode verweisen wir zum Theil auf di ausführlichere Abhandlung, zum Theil waren aber Ap parate und Methoden dieselben, die Einer von uns be reits in mehreren der Academie vorgelegten Abhandlun gen angewendet und beschrieben hat (Lenz, *Mém. d l'Académie, sciences mathem. et phys.* 1833, *T. II etc.* Wir erinnern nur, dafs jeder Versuch immer aus vi Beobachtungen bestand, um die Fehler der Excentricit der Nadel und der Torsion des Fadens zu eliminire Um die hiezu nöthige Umkehrung der Richtung der Ab lenkung der Multiplicatornadel mit Bequemlichkeit zu e halten, wurde die Richtung des im Eisen erregten Ma

netismus vermittelst eines in der galvanischen Kette befindlichen Gyrotrops von neuer Construction umgekehrt. Eine ausführlichere Beschreibung dieses Gyrotrops wird die Abhandlung selbst liefern. Die Stärke des, die Nadel momentan ablenkenden, Stromes ist bekanntlich dem Sinus des halben Ablenkungswinkels proportional, so dafs der Strom F, wenn die Ablenkung, die das Mittel aus vier Beobachtungen ist, wie immer im Folgenden mit α bezeichnet wird, durch die folgende Gleichung ausgedrückt werden kann

$$F = p . \sin \tfrac{1}{2} \alpha,$$

wo p ein für denselben Multiplicator constanter Factor ist. Die directe Ablesung von α erstreckte sich durch Schätzung bis auf 0°,1, da der Kreis nur in volle Grade eingetheilt war. Die zweiten Decimalstellen sind in den Mitteln aus den vier Beobachtungen beibehalten.[1]

5.

Es ist bei unseren Versuchen noch der besondere Umstand zu berücksichtigen, dafs nicht nur der verschwindende Magnetismus des Eisenkerns, sondern auch der verschwindende Strom der elektromagnetischen Spirale die zweite Spirale inducirt. Der Inductionsstrom, den die Nadel angiebt, ist daher die Summe zweier Ströme, deren einer dem Magnetismus des Eisenkerns, der andere dem Magnetismus der elektromagnetischen Spirale entspricht. Beide Wirkungen lassen sich, wenn es nöthig ist, leicht trennen, indem man nur die Versuche ohne Eisenkern in der Spirale zu wiederholen braucht.

Ferner ist noch folgendes Umstandes zu erwähnen: Wenn die Inductionskette schon geschlossen ist, während der Beobachter an der Wage seinen Strom noch modificirt, wird die Multiplicatornadel auf mannigfaltige Weise afficirt werden und keinen ruhigen Stand behalten; deshalb darf die Verbindung des Multiplicators mit der Inductionsspirale nicht eher hergestellt werden, als

bis der Beobachter durch ein vorbereitendes Zeichen kund gegeben, dafs er den bestimmten Strom erhalten hat. Dann erst schliefst der zweite Beobachter die Inductionskette, und wartet das zweite Zeichen zum Oeffnen der galvanischen Kette ab. Es ist daher nur nöthig während des kurzen Zwischenraums von einigen Secunden, der zwischen den beiden Signalen liegt, den galvanischen Strom constant zu erhalten. Dafs die Manipulationen des Oeffnens und Schliefsens so bequem wie möglich gemacht werden müssen, versteht sich von selbst.

Um endlich auch die Zeit der Beobachtung abzukürzen und die Schwingungen der Doppelnadel schnell zu beruhigen, war an dem Tisch des zweiten Beobachters ein Moderator oder Dämpfer angebracht. Er besteht aus einer besonderen, um einen Eisencylinder gewundenen Spirale, die mit dem Multiplicator leicht in Verbindung gesetzt oder von ihm gelöst werden kann. Durch Nähern und Entfernen eines Magnetstabes wird in dieser Spirale ein besonderer Inductionsstrom erzeugt, der die Nadel schnell beruhigt, wenn dessen Richtung der Richtung der Oscillationen entgegengesetzt ist. Bei einiger Fertigkeit des Beobachters wird die Nadel schon nach einigen Schwingungen vollständig zur Ruhe gebracht. Dieses Mittel erweist sich bei leichten astatischen Doppelnadeln als aufserordentlich wirksam.

6.

Die Aufgabe, die man sich bei diesen Untersuchungen zu stellen hat, zerfällt nothwendig in zwei Hauptabtheilungen, deren Inhalt sich folgendermafsen aussprechen läfst:

1) *Es ist ein Eisenkern von bestimmten Dimensionen und eine bestimmte Zinkoberfläche, nebst entsprechender Kupferoberfläche gegeben, wie ist die hieraus zu construirende Batterie anzuordnen, wie die*

Dicke des Drahts und die Anzahl der Windungen zu bestimmen, damit der erregte Magnetismus ein Maximum werde?

2) *Welchen Einfluſs haben unter sonst gleichen Umständen die Dimensionen der Eisenstangen auf die Stärke des erregten Magnetismus?*

Erste Abtheilung.

I. Ueber den Einfluſs der Stärke des Stroms auf die Intensität des im Eisen erregten Magnetismus.

7.

Ueber diesen Gegenstand ist schon früher eine Reihe von Versuchen von Fechner angestellt worden (Schw. n. Jahrb. Bd. IX S. 274 und 316), welche es sehr wahrscheinlich machen, daſs die Intensität des Magnetismus der Kraft des Stromes proportional ist. Indessen sind diese Versuche, wie der Verfasser selbst erwähnt, mit manchen Fehlerquellen behaftet, die theils in der Methode, theils in der Natur der Hydroketten liegen. Noch in gröſserem Maaſse ist dieses der Fall bei den Versuchen des Hrn. Dal Negro und denen, die Einer von uns schon früher (Jacobi, *Mémoire sur l'application de l'électromagnétisme etc.*), über die Beziehung der Oberfläche der Erregerplatten zu der Tragkraft der Elektromagnete angestellt hat. Auch diese Versuche berechnen sich ziemlich gut nach dem Ohm'schen Gesetz, so daſs die Annahme der Proportionalität dadurch nicht an Wahrscheinlichkeit verliert. Der Gegenstand ist aber zu wichtig, um nicht eine entschiedenere Begründung zu verdienen und eine Wiederaufnahme unsererseits nothwendig zu machen. Es tritt zugleich hier die Rücksicht auf die in der zweiten Abtheilung zu führende Untersuchung hervor, und giebt schon hier der Aufgabe eine gröſsere Ausdehnung durch die Frage, ob das zu ermittelnde Gesetz auch bei einer groſsen Verschiedenheit in

den Dimensionen der Eisenstangen sich behaupte. wurden daher sechs genau abgedrehte Eisencylinder 8″ Länge und einem Durchmesser von ½, 1, 1½, 2, 3 Zoll engl. angefertigt; ferner zwei Drahtspiralen einander, wovon jede auf eine Hülse von Messingbl gewunden war. Diese Hülsen hatten der Länge einen Schlitz, um einen in denselben inducirten St zu vermeiden. Die unterste Spirale war unmitte auf den Cylinder von 3″ Durchmesser geschoben, Cylinder von geringerem Durchmesser waren von H hülsen umgeben, um immer genau in der Axe der ralen erhalten zu werden. Die äufsere Spirale wı mit der Batterie, die innere, nämlich die inducirte, dem Multiplicator verbunden. Jeder Cylinder wı nach und nach dem Einflusse von acht Strömen uı worfen, deren Stärke durch 400, 750, 1000, 1300, 1 2400, 2900 und 3300 Milligrm. gemessen war. Bei ser Methode macht man sich völlig unabhängig von Veränderlichkeit der Kette, der Erwärmung des Scl fsungsdrahtes durch starke Ströme, und den vielen deren Umständen, welche Versuchen der Art sonst gr Schwierigkeiten entgegensetzten. Die folgende Tal enthält die 8 Reihen von Versuchen, wo die Ablenk α schon das Mittel aus vier Beobachtungen ist. unmittelbare inducirende Einflufs der äufseren Spirale die innere ohne Eisencylinder ist für dieselben Str bestimmt.

Tabelle I.

Stromeskräfte in Milligrm.	Ablenkungswinkel α.						
	Ohne Eisencylinder.	Cylinder ½".	Cylinder 1".	1½".	2".	2½".	3".
400	nicht beob.	5,67	8,00	10,07	7,95	14,62	17,72
750	3,55	10,80	15,17	19,30	15,17	27,97	33,62
1000	4,92	14,77	20,32	25,90	20,17	37,87	45,67
1300	6,47	19,32	26,95	33,97	26,92	49,92	60,95
1800	9,27	28,52	39,15	49,40	39,12	74,65	92,22
2400	11,97	38,17	52,92	67,37	52,72	18,17 *)	145,85
2900	15,00	48,00	66,02	85,80	66,02	22,27 *)	27,00 *)
3300	17,42	56,57	77,65	102,10	78,50	25,85 *)	32,32 *)

Zu dieser Tabelle ist Folgendes zu bemerken: 1) Die Beobachtungen mit dem Cylinder von 2" Durchmesser wurden später angestellt, nachdem an der Wage eine Veränderung vorgenommen worden war. Die Stromkräfte haben daher einen etwas anderen Werth, und es läfst sich diese Reihe nicht direct mit den andern vergleichen, worauf es übrigens bei der gegenwärtigen Untersuchung gar nicht ankommt. 2) Die mit einem *) bezeichneten fünf Beobachtungen wurden angestellt, nachdem in die Inductionskette noch ein Draht eingeschaltet worden war, um die Ablenkungen zu vermindern, weil sonst die Nadel ganz herumgeschlagen hätte. Das Verhältnifs des Leitungswiderstandes der Kette vor und nach der Einschaltung war aber genau bestimmt worden, und es ergab sich, dafs die für diese Versuche hergeleiteten Stromeskräfte oder $\sin \frac{1}{2} \alpha$ mit dem constanten Coëfficienten 4,9852 multiplicirt werden müssen, um den übrigen vergleichbar zu werden.

8.

Nimmt man an, dafs der im Eisen erregte Magnetismus den Stromkräften proportional ist, so erhält man

für jede Versuchsreihe in den verticalen Kolumnen die acht Gleichungen (für die erste nur sieben):

$$x \sin \tfrac{1}{2}\alpha = K$$
$$x \sin \tfrac{1}{2}\alpha' = K'$$
u. s. w.

wo $\sin \frac{1}{2}\alpha$ die dem erregten Magnetismus proportionale Kraft des inducirten Stromes, K die Stärke des galvanischen Stromes und x ein für jeden Cylinder constanter Coëfficient ist. Dieser letztere läfst sich aus den acht Gleichungen nach der Methode der kleinsten Quadrate und den bekannten Formeln entwickeln. — Eigentlich repräsentirt $\sin \frac{1}{2}\alpha$ die Summe zweier Inductionsströme, desjenigen nämlich, der von dem Magnetismus des Eisenkerns herrührt, und desjenigen, welcher der galvanischen Spirale angehört. Man hat hierauf weiter keine Rücksicht zu nehmen, sobald beide Theile, der Magnetismus des Eisenkerns nämlich und der Magnetismus der galvanischen Spirale, den Stromkräften proportional sind. Die ausführlichere Abhandlung enthält die Berechnung der obigen Versuche nach der Formel:

$$x \sin \tfrac{1}{2}\alpha = K,$$

indessen ersieht man daraus, dafs diese Formel den Versuchen nur sehr unvollkommen entspricht, indem der wahrscheinliche Fehler im Mittel viel gröfser ist, als man der Genauigkeit der Beobachtungen gemäfs zugeben darf. Die Gränze der letzteren ist nämlich, wie oben erwähnt, $0^{\circ},1$, und um nur ein Beispiel anzuführen, so beträgt für die Beobachtungsreihe mit dem Eisencylinder von $1\frac{1}{2}''$ der wahrscheinliche Fehler $0^{\circ},7$. Ferner aber befolgen die Fehler selbst ein regelmäfsiges Wachsthum, und zwar so, dafs sie mit der Stärke der Ströme zunehmen, was auf eine constante Fehlerquelle oder darauf hindeutet, dafs das Gesetz der Proportionalität nicht das richtige sey. — In Bezug auf eine constante Fehlerquelle von solcher Bedeutung, ist sowohl die Methode der Messung der inducirten Ströme, als auch der angewandte

Mefsapparat frei zu sprechen; denn beide hatten ihre Validität durch mannigfaltige frühere Arbeiten erwiesen. Eben so ergab sich der Einflufs der Zeit, die der Magnetismus zum Verschwinden braucht, und der möglicherweise eine Function der magnetischen Intensität seyn könnte, für die beobachteten Winkel so gering, dafs er innerhalb der Gränzen der Beobachtungsfehler fiel. Endlich bietet die Versuchsreihe ohne Eisenkern, wobei ein langsameres Verschwinden des Magnetismus durch das Experiment gar nicht nachgewiesen werden kann, darum keine mit dem Gesetze der Proportionalität besser harmonirende Beobachtungen dar. Es schien also wahrscheinlich, dafs die constante Fehlerquelle in den Angaben der Wage zu suchen sey. Da nämlich die Coërcitivkraft der Magnetstäbe, obgleich sie gut gehärtet waren, keine absolute ist, so läfst sich vermuthen, dafs die elektromagnetischen Spiralen der Wage auf die Vertheilung des Magnetismus in diesen Stäben einen permanenten oder nur vorübergehenden Einflufs ausüben würden, um so mehr, da sich diese Stäbe in einer hierzu sehr günstigen Lage, nämlich in der Verlängerung der Axen dieser Spiralen befinden. Dafs dieser Einflufs kein permanenter ist, ergiebt sich aus der vortrefflichen Uebereinstimmung verschiedener, am Ende einer Versuchsreihe wiederholten und selbst an verschiedenen Tagen angestellten Beobachtungen. Es mufste dieser Einflufs daher ein temporärer seyn, ähnlich dem, welchen das weiche Eisen durch galvanische Ströme erfährt. Wäre dieses der Fall, so würde die Abstofsung der Magnetstäbe und der elektromagnetischen Spiralen geschwächt werden, indem die letzteren den Eisenpartikeln der Stahlstäbe einen, dem inhärirenden entgegengesetzten Magnetismus ertheilen, wie denn auch ein weicher Eisenstab, statt des Stahlstabes angebracht, von der Spirale angezogen wird. Die Ströme würden daher in der That gröfser seyn, als sie an der Wage erscheinen, und wirklich sind

die Abweichungen der beobachteten Winkel in diesem Sinne, d. h. die gemessenen Winkel, welche den Inductionsströmen, also dem Magnetismus der Eisenstangen entsprechen, sind verhältnifsmäfsig gröfser als die an der Wage gemessenen Ströme. Obgleich Becquerel die Angabe der Wage ohne weiteres als Ausdruck für die Stärke des Stromes nimmt, so wurde vor Anstellung der Hauptversuche dieser Gegenstand einer besonderen Prüfung unterworfen, deren Resultat für die Wage günstig ausfiel. Durch spätere Versuche erwiefs sich indessen diese Uebereinstimmung als nur scheinbar, und herbeigeführt durch besondere, für die Theorie der Hydroketten interessante Umstände, deren Erörterung einer andern Gelegenheit vorbehalten bleibt.

Die Ansicht, dafs die vorhandenen Anomalien in der Wage zu suchen seyen, stellte sich später entschiedener heraus, als die Versuchsreihe mit dem einzölligen Eisencylinder wiederholt wurde, nachdem man die Magnetstäbe so weit von den elektromagnetischen Spiralen entfernt hatte, als es die Construction der Wage zuliefs. Hier zeigte sich eine, zwar noch nicht vollständige, aber dennoch viel bessere Uebereinstimmung wie früher. Endlich aber wurde jeder Zweifel beseitigt, indem eine Reihe von Versuchen so angestellt wurde, dafs man den Strom nicht änderte, und statt der Verstärkung desselben die Anzahl der den Eisenkern magnetisirenden Windungen vermehrte; hier arbeitete man also mit einem constanten Strome, dessen Einwirkung auf die Magnetstäbe für alle Versuche gleich war, und in der That verschwanden bei diesem wichtigen Versuche, wie weiter unten gezeigt werden wird, alle Anomalien.

9.

Um über die Natur der Correction, welcher die Wage auf diese Weise bedarf, einen Aufschlufs zu erhalten, wurden folgende Versuche angestellt. Die Spi-

ralen der Wage bestehen aus sechs von einander getrennten und zur Schnur geflochtenen Drähten, jeder von 200' Länge. Die Einrichtung ist so getroffen, dafs diese Drähte hinter oder neben einander verbunden werden können. Läfst man einen und denselben Strom durch einen oder mehrere Drähte hinter einander gehen, so kann man nach und nach eine bis zum Sechsfachen verstärkte Einwirkung auf die Magnetstäbe erhalten. Im Fall also eine Proportionalität dieser Einwirkung stattfände, würde man dieselbe durch eine entsprechende Gewichtsmenge messen. Ueber die Constanz der Ströme hatte man sich durch mannigfaltige und mühselige Vorsichtsmafsregeln Gewifsheit verschaft, und namentlich diente hierzu die gleichzeitige Beobachtung eines im Kreise eingeschalteten vorzüglichen Multiplicators, den wir hier nach einer besonderen, vom Professor Dr. Nervander angegebenen Construction hatten anfertigen lassen. Das Instrument war äufserst empfindlich und die Genauigkeit der Ablesung betrug 2'. In der folgenden Tabelle ist K = Gewicht in Milligr., m = Anzahl der Spiralen und x ein aus den Beobachtungen zu bestimmender constanter Coëfficient:

Tabelle II.

Anzahl der Drähte.	Beobachtetes Gewicht in Milligrm	Berechnung nach der Formel $K = mx$.	Differenz.
6	1069	1079,4	—10,4
1	184	179,9	+ 4,1
2	367	359,8	+ 7,2
3	550	539,7	+10,3
4	725	719,6	+ 5,4
5	893	899,5	— 1,5
6	1069	1079,4	—10,4

Der wahrscheinliche Fehler beträgt zwar nur 5^{mg},3, indessen ist dieser Unterschied für die Genauigkeit der Beobachtung zu bedeutend. Die Unterschiede sind auch

sämmtlich von der Art, dafs die beobachteten Gewichte geringer ausfallen, als der Anzahl der einwirkenden Spiralen angemessen ist. Besser berechnen sich diese Versuche nach der Formel $K = mx - m^2 y$, wo nach der Methode der kleinen Quadrate berechnet $x = 187,1$ und $y = 1,48$; wir erhalten so:

Beob. Gewichte	184	367	550	725	898	1069
Berechn. -	185,6	367,3	547,8	724,7	898,5	1069,3
Differenzen	−1,6	−0,3	+2,2	+0,3	−0,5	−0,3

wahrscheinlicher Fehler
0,9

Ist daher der wirkliche Strom K' und der an der Wage gemessene Strom K, so erhalten wir als Gleichung für die Correction:

$$K' - K'^2 z = K.$$

Ueber die physikalische Bedeutung dieser Correction (und dafs eine vorhanden, ist keine Frage) werden wir uns in der ausführlichen Abhandlung aussprechen, da wir zur Begründung derselben noch besonderer Versuche bedürfen.

Es würde sich aus dieser Gleichung ergeben, dafs jeder Angabe der Wage zwei wirkliche Ströme entsprechen. Für den gegenwärtigen Apparat erreichen diese Angaben mit 5913 Milligrm. ihr Maximum, welches dem wirklichen Strome 11826 entspricht; von da an nehmen die Gewichte ab, während die Stärke der Ströme zunimmt, bis bei einem wirklichen Strom von 23652 Milligrammen der Magnetismus der Magnetcylinder durch die temporäre Einwirkung der Spiralen indifferencirt wird; bei noch stärkeren Strömen wird der Magnetismus umgekehrt, und so verwandelt sich die Abstofsung in Anziehung.

Es ist hier noch zu bemerken, dafs die Constante z dieser Correctionsformel keine unmittelbare Anwendung auf

auf die Versuche der Tabelle I findet, indem den früheren andere Magnetstäbe substituirt und sonst andere Veränderungen an der Wage vorgenommen worden waren. Zur ungefähren Vergleichung dient, dafs die gegenwärtigen Angaben der Wage mit dem constanten Coëfficienten 2,5 multiplicirt werden müssen, um die Werthe der früheren zu erreichen, so dafs also derselbe Strom, der jetzt durch 1069 ausgedrückt wird, bei der früheren Beschaffenheit der Wage dem Strom 2673 entspräche.

10.

Die vorhergehenden Erörterungen berechtigen uns nun die Versuche der Tab. I, indem wir $sin\frac{1}{2}\alpha$ den wirklichen Strömen proportional setzen, nach der Formel

$$x.sin\tfrac{1}{2}\alpha - y.sin\tfrac{1}{2}\alpha^2 = K$$

zu berechnen, wo x und y, für jeden Cylinder, aus acht Gleichungen nach der Methode der kleinsten Quadrate berechnet werden müssen. Setzen wir diese Werthe dann in die Gleichungen, so erhalten wir α aus der Gleichung:

$$sin\tfrac{1}{2}\alpha = \frac{x \pm \sqrt{4ky + x^2}}{2y},$$

wo, mit Bezug auf das am Schlusse des vorigen Artikels Gesagte, vor dem Wurzelzeichen — zu setzen ist.

Die folgende Tabelle enthält die Vergleichung des auf diese Weise berechneten Ablenkungswinkels α mit den Beobachtungen.

Tabelle III *a*.

Gewichte an der Wage.	Ohne Eisencylinder			Cylinder von ½″.			Cylinder von 1″.			Cylinder von 1½″.		
	Beobachtet α.	Berechn. α.	Differenz.	Beobachtet α.	Berechnet α.	Differenz.	Beobachtet α.	Berechnet α.	Differenz.	Beobachtet α.	Berechnet α.	Differenz.
400	nicht beobachtet.			5°,67	5°,70	—0°,03	8°,00	8°,02	—0°,02	10°,07	10°,12	—0°,05
750	3,35	3,66	—0°,11	10 ,80	10 ,90	—0 ,10	15 ,17	15 ,26	—0 ,09	19 ,30	19 ,20	+0 ,10
1000	4,92	4,92	0 ,00	14 ,77	14 ,72	+0 ,05	20 ,32	20 ,50	—0 ,18	25 ,90	25 ,88	+0 ,02
1300	6,47	6,43	+0 ,04	19 ,32	19 ,45	—0 ,13	26 ,95	26 ,93	+0 ,02	33 ,97	33 ,04	—0 ,07
1840	9,27	9,19	+0 ,08	28 ,52	28 ,37	+0 ,15	39 ,15	39 ,16	—0 ,01	49 ,40	49 ,60	—0 ,20
2400	11,97	12,28	—0 ,31	38 ,17	38 ,30	—0 ,13	52 ,92	52 ,73	+0 ,19	67 ,37	67 ,32	+0 ,05
2900	15,00	15,06	—0 ,06	48 ,00	48 ,03	—0 ,03	66 ,02	65 ,92	+0 ,10	85 ,80	85 ,62	—0 ,14
3300	17,42	17,36	+0 ,06	56 ,57	56 ,71	—0 ,14	77 ,65	77 ,66	—0 ,01	102 ,10	102 ,44	—0 ,34
	Wahrscheinl. Fehler 0,10			Wahrscheinl. Fehler 0,11			Wahrscheinl. Fehler 0,08.			Wahrscheinl. Fehler 0,12.		

Tabelle III *b*.

Gewicht an der Wage.	Cylinder von 2″.			Cylinder von 2½″.			Cylinder von 3″.		
	Beobachtet α.	Berechnet α.	Differenz.	Beobachtet α.	Berechnet α.	Differenz.	Beobachtet α.	Berechnet α.	Differenz.
400	7°,95	8°,00	—0°,05	14°,62	14°,62	0°,00	17°,72	17°,56	+0°,16
750	15 ,17	15 ,17	0 ,00	27 ,97	27 ,82	+0 ,15	13 ,62	33 ,56	+0 ,06
1000	20 ,17	20 ,38	—0 ,21	37 ,87	37 ,64	+0 ,23	45 ,67	45 ,52	+0 ,15
1300	26 ,92	26 ,84	+0 ,08	49 ,92	49 ,92	+0 ,00	60 ,95	60 ,76	+0 ,19
1840	39 ,12	39 ,08	+0 ,04	74 ,65	74 ,50	+0 ,15	92 ,22	92 ,76	—0 ,54
2400	52 ,72	52 ,80	—0 ,08	18 ,17 *)	18 ,22	—0 ,05	145 ,85	145 ,92	—0 ,07
2900	66 ,02	66 ,32	—0 ,30	22 ,27 *)	22 ,36	—0 ,09	27 ,00 *)	27 ,10	—0 ,10
3300	78 ,50	78 ,42	+0 ,08	25 ,85 *)	25 ,78	+0 ,07	31 ,32 *)	31 ,24	+0 ,08
	Wahrscheinlicher Fehler 0,11			Wahrscheinlicher Fehler 0,09			Wahrscheinlicher Fehler 0,17.		

Da die Gränze der noch durch Schätzung möglichen Beobachtungsfehler 0°,1 ist, so sieht man, dafs die wahrscheinlichen Fehler diese Gränze nicht überschreiten; nur bei dem dicksten Cylinder von 3" ist der wahrscheinliche Fehler =0,17, wir werden aber später sehen, dafs die vergröfserten Dimensionen des Eisens überhaupt die Beobachtungen unsicher machen, so dafs hier auch die schöne Uebereinstimmung der einzelnen Beobachtungen unter sich, die bei den andern Versuchen stattfindet, zum Theil entbehrt werden mufs. Am besten zeigt aber die regellose Vertheilung der Zeichen der Differenzen, dafs die Fehler nur zufällig sind, und dafs aus diesen Versuchen das Gesetz entschieden hervorgeht:

Dafs der im weichen Eisen durch galvanische Ströme hervorgerufene Magnetismus diesen Strömen genau proportional ist.

II. Ueber den Einflufs der Dicke des Drahtes der magnetischen Spirale auf den erregten Magnetismus.

11.

In einer Abhandlung über die magneto-elektrische Spirale (Lenz, *Mémoires de l'Académie Imp. des sciences, T. II,* 1833) [1]) hatte Einer von uns für magneto-elektrische Erregung das Gesetz bewiesen: dafs die durch einen Magneten in der umgebenden Spirale hervorgerufene elektromagnetische Kraft für jede Dicke des Drahtes dieselbe bleibe oder von ihr unabhängig sey. Es war also wahrscheinlich, dafs dieses Gesetz auch umgekehrt für die magnetisirende Kraft elektromagnetischer Spiralen stattfände. Indessen war es doch nöthig hierüber Versuche anzustellen.

Um einen Eisencylinder von 3½" Länge und 1" Dicke wurde eine Spirale *A* von wohlbesponnenem Drahte gewunden, dessen Durchmesser 0",06 engl. betrug; zwischen den Windungen desselben wurde ein zweiter Draht *B*

1) Annal. Bd. XXXIV S. 385. P.

gewickelt, dessen Durchmesser nur 0",0075 engl. betrug. Verband man zwei der gleichliegenden Enden mit einander und die beiden anderen mit einer starken Batterie, so lief der Strom durch beide Spiralen in entgegengesetzter Richtung, und ertheilte daher dem Eisen entgegengesetzte Magnetismen. Beide Wirkungen mufsten vollkommen gleich seyn; denn das Eisen erhielt hierdurch nicht die geringste Spur von Magnetismus, während derselbe sehr stark war, wenn der Strom nur durch eine Spirale ging. Hierdurch wäre das obige Gesetz auch für elektromagnetische Erregung bewiesen, wenn nicht dergleichen Versuche mit sich compensirenden Spiralen immer etwas Unbefriedigendes hätten. Es wurden daher noch folgende directere Versuche angestellt,

Ein Eisencylinder von 8" Länge und $1\frac{1}{2}''$ Dicke wurde der ganzen Länge nach mit einer Spirale umgeben, die als Inductionsspirale mit dem oben erwähnten Multiplicator verbunden wurde. Hierüber wurde eine zweite Spirale gewickelt, deren Draht wie oben 0",06 engl. Durchmesser hatte, in den Zwischenräumen der Windungen aber ein dünner Draht von 0",0075 engl. Durchmesser. Die Anzahl der Windungen in beiden Spiralen war vollkommen gleich. Durch jede dieser Spiralen wurde nach einander ein Strom von gleicher Stärke, der an der Wage mit 200 Milligrm. gemessen wurde, hindurch geleitet. Wird der Strom aufgehoben, so entsteht durch Verschwinden des Magnetismus, wie früher, ein Inductionsstrom, der am Multiplicator beobachtet wird. Die folgende Tabelle IV enthält die vier zusammengehörigen Beobachtungen, die hier einzeln aufgeführt sind, um ihre Uebereinstimmung zu zeigen:

[redacted]

Tabelle IV.

	α.				
	1.	2.	3.	4.	Mittel.
Spirale von dickem Drahte	11,3	11,8	11,7	11,6	11,65
Spirale von dünnem Drahte	11,4	11,8	11,8	11,6	11,60

Aus dieser Tabelle ersieht man, dafs sowohl die Abweichungen der einzelnen Beobachtungen, als die der Mittel völlig in die Gränzen der Beobachtungsfehler fallen.

Aber es war auch interessant und wichtig zu untersuchen, ob dieses Gesetz auch für andere Formen der Umwicklung, z. B. mit Kupferstreifen, gültig sey. Ueber die Mitte eines Eisencylinders von 8' Länge und $1\frac{1}{2}''$ Dicke, der ganz mit einer Inductionsspirale umgeben war, wurde ein auf beiden Seiten mit Band beklebter Kupferstreifen von 19' Länge, 1'' Breite und $\frac{1}{40}''$ Dicke in 21 Windungen spiralförmig über einander gewunden; mit ihm zugleich, also zwischen den Windungen, ein dünner Kupferdraht von 0'',0075 Durchmesser. Die Querschnitte des Drahtes und des Streifens verhielten sich daher wie 4 : 2500. Dasselbe Verfahren wie früher, nur wurde ein mit 600 Milligrm. an der Wage gemessener Strom genommen, weil bei der geringen Anzahl Windungen die Magnetisirung des Eisens sonst zu schwach geworden wäre.

Tabelle V.

	α.				
	1.	2.	3.	4.	Mittel.
Spirale von dünnem Drahte	13,1	13,3	13,5	13,1	13,25
Spirale von Kupferblech	13,1	13,2	13,5	13,1	12,225

Es ergiebt sich also aus diesen Versuchen, dafs die gröfsere oder geringere Dicke der Drähte einer elektromagnetischen Spirale, bei gleicher Stärke des Stromes und bei einer gleichen Anzahl Windungen, in Bezug auf ihre Magnetisirungsfähigkeit völlig gleichgültig ist. Es darf aber natürlich hierbei nicht vergessen werden, dafs dickere Drähte einen geringeren Leitungswiderstand darbieten, also, um einen gleichen Strom hervorzubringen, nur schwächere Elektromotoren bedürfen.

III. Ueber den Einflufs der Weite der Windungen einer elektromagnetischen Spirale auf den Magnetismus des Eisenkerns.

12.

In der oben erwähnten Abhandlung (über die Gesetze der magnetoelektrischen Spirale) findet sich in Bezug auf magneto-elektrische Erregung das durch mannigfache Versuche bestätigte Gesetz aufgestellt, dafs die elektromotorische Kraft, welche der Magnetismus in einer ihn umgebenden Spirale erregt, bei jeder Weite der Windungen dieselbe sey. Auch dieses Gesetz wurde umgekehrt für elektromagnetische Ströme geprüft. Es wurden daher sieben Rollen von Kupferblech, wie die früher beschriebenen, mit Drahtspiralen, wovon jede genau aus 79 Windungen bestand, umgeben; die Spiralen konnten in einander geschoben werden, und in der innersten, welche als Inductionsspirale diente und mit dem Multiplicator verbunden war, befand sich ein Eisenkern von 8" Länge und 1½" Dicke. Die anderen sechs Spiralen konnten, jede für sich, auf die früher beschriebene Weise mit den Spiralen der Wage und der Batterie in Verbindung gesetzt werden. Die Durchmesser dieser Spiralen waren folgende:

	Spirale I.	II.	III.	IV.	V.	VI.
Durchmesser derselben	2"	2",3	2",6	2",9	3",3	3",7.

Die Methode zur Messung des Magnetismus ist die früher angewandte. Der constante Strom, der hinter einander durch diese sechs Spiralen geleitet wurde, betrug 500 Milligrm., an der Wage gemessen. Versuche ohne Eisenkern wurden nicht angestellt, weil es nicht auf das absolute Maafs des erregten Magnetismus ankam, sondern auf den Einflufs der Weite der Windungen, der für die innerste Inductionsspirale, wie für den Eisenkern derselbe ist.

Die folgende Tabelle enthält die beobachteten Ablenkungen, wovon jede das Mittel aus vier zusammengehörigen Beobachtungen ist:

Tabelle VI.

Spirale.	α.	Magnetismus $= \sin \frac{1}{2}\alpha$.
I	15°,32	0,133
II	15 ,02	0,131
III	14 ,82	0,129
IV	14 ,35	0,125
V	13 ,92	0,121
VI	14 ,00	0,122

13.

Aus dieser Tabelle ersieht man, dafs die im Eisen erzeugten Magnetismen ein wenig an Kraft abnehmen, je weiter die Spiralen von dem Eisen entfernt sind. Diese Abnahme ist indessen nur eine geringe Gröfse, indem bei einem Durchmesser der Spiralen von 2″ bis 3″,7 die magnetische Intensität sich nur um $\frac{1}{13}$ oder $\frac{1}{12}$ verringert. Gleichwohl ist dieselbe nicht blofs zufälligen Umständen zuzuschreiben, sondern wohl dadurch zu erklären, dafs bei den Endwindungen der weiteren Spiralen ein Theil der magnetisirenden Wirkung verloren geht. Einige besonders angestellte Versuche haben nämlich gezeigt, dafs eine, in der Verlängerung einer elektromag-

netischen Spirale oder eines elektromagnetischen Eisenkerns befindliche Inductionsspirale von jener zwar eine schwache, aber entschiedene Wirkung erfährt; ferner ist es bekannt, dafs eine elektromagnetische Spirale auf einen in ihrer Verlängerung befindlichen Eisenkern, wenn auch nur schwache, magnetische Wirkung ausübt. Es steht also fest, dafs das Element eines Stromes nicht nur auf die in der Ebene der Windung befindlichen Eisentheile, sondern auch auf die nebenliegenden wirkt. Indessen erstreckt sich dieser vertheilende Einflufs nicht weit, und verschwindet bei einer gewissen Gröfse des Winkels. Es seyen (Taf. II Fig. 5) a und a' zwei Drahtwindungen im Durchschnitte und $man = m'a'n'$ der Winkel, innerhalb dessen die Wirkung des Stromes noch merklich sey, so wird nach dem Biot'schen Gesetze: dafs die Wirkung der Ströme sich umgekehrt verhält wie die Entfernung, der Einflufs von a' auf $m'n'$ gleich seyn, dem vertheilenden Einflusse von a auf mn, oder $\frac{M}{ac}.mn = \frac{M}{a'c'}.m'n'$, wo M die magnetisirende Kraft ausdrückt. Es werden die weiteren Windungen auf den Eisenkern zwar schwächer, aber in demselben Verhältnisse auch auf mehr Elemente desselben wirken. Was aber die Endwindungen betrifft, so geht, wie aus der Figur ersichtlich ist, bei den Windungen von gröfserer Weite ein Theil verloren. Ist der Eisenkern seiner ganzen Länge nach bewickelt, so wird bei der letzten Windung b, b' der engeren sowohl als der weiteren Spirale, die Seitenwirkung auf die Hälfte beschränkt, bei den Windungen d, d' aber, die mehr vom Ende abstehen, ist nur die weitere Windung im Nachtheile. Der Unterschied wird daher desto unmerklicher werden, je länger der ganze Eisenkern im Verhältnisse zum umwundenen Theile ist. Will man das aber durch Versuche bestätigen, so tritt der Uebelstand ein, dafs diese feinen Unterschiede verdeckt werden durch die Unregelmäfsig-

keiten, welche, wie schon oben erwähnt ist, eintreten, wenn die Masse des Eisenkerns vergröfsert wird, und namentlich seine Länge ein gewisses Maafs von etwa 1 Fufs überschreitet.

14.

Das folgende Verfahren gestattet eine gröfsere Unabhängigkeit von diesen Unregelmäfsigkeiten.

Die fünf Spiralen wurden auf eine 3' lange, $1\frac{1}{4}''$ dicke Eisenstange geschoben, die aber auf ihrer ganzen Länge mit einer Inductionsspirale bedeckt war. Nun verband man die Spiralen so mit einander, dafs der galvanische Strom sie in entgegengesetzter Richtung durchlaufen mufste, wo also, wenn die Wirkung der Spiralen gleich war, kein Magnetismus entstehen konnte. Durch Oeffnen der Kette wurde, wie früher, der Inductionsstrom erzeugt und am Multiplicator gemessen; auf diese Weise erhielt man:

Spirale II	— Spirale VI		0°,3
Spirale II	— Spirale V		0 ,4
Spirale III	— Spirale VI		0 ,2
Spirale II+III	— Spirale V+VI	=	0 ,75.

Der Inductionsstrom war bei Anwendung eines Stromes, der an der Wage mit 200 Milligrm. (aequiv. 500 der früheren) gemessen war, so stark, dafs bei der Combination der beiden Spiralen V+VI für sich, die Nadel im Kreise herumgeschleudert wurde, wo also die Ablenkung über 180° betrug. Das Verhältnifs der durch beide Spiralen ertheilten entgegengesetzten Magnetismen ist daher mindestens wie 1 : 1,006. Man kann hieraus schliefsen, dafs die Unterschiede für längere Stangen noch geringer, für kürzere dagegen bedeutender ausfallen müssen. Das Letztere war wirklich der Fall, als statt der 3' langen Stange, die, bei den früheren Versuchen gebrauchte, 8" lange Stange wie[illegible]iralen gebracht wurde. Die Combination [illegible]+VI) ergab

nämlich eine Ablenkung von 2°,8, obgleich die Spiralen V + VI für sich nur einen inducirten Strom hervorriefen, der eine Ablenkung von 28°,5 bewirkte; hier ist also das Verhältnifs beider Kräfte wie 1 : 1,04.

15.

Aus den obigen Versuchen ein Gesetz für die Abnahme der Wirkung bei gröfserer Entfernung der Spiralen entwickeln zu wollen, ist nicht gut thunlich, weil zufällig kleine Unterschiede in der Dicke der Drähte, woraus die einzelnen Spiralen gewunden waren, stattfanden, so dafs also bei einer gleichen Anzahl Windungen die Bewicklungen nicht genau gleiche Längen auf dem Eisen einnahmen. Hieraus ist auch die Anomalie erklärlich, dafs die Wirkung der Spirale VI etwas vortheilhafter ausfiel als die der Spirale V; denn namentlich die erstere bestand aus etwas dünnerem Drahte, so dafs die vortheilhaftere Einwirkung der letzten Windungen, die von den Enden des Eisenkerns entfernter waren, die Schwächung, welche die gröfsere Entfernung mit sich brachte, compensirte.

Es ergiebt sich aus den obigen Betrachtungen, dafs die geringen Unterschiede, welche durch den weiteren Abstand vom Eisenkern entstehen, für die Praxis eigentlich vernachlässigt werden können, und dafs vom Gesetze,

dafs bei gleichen Strömen die Weite der Windungen für die Magnetisirung von keinem Einflusse ist,

desto weniger abgewichen werden wird, je länger der Eisenkern im Verhältnisse zur Länge der Spirale ist, und je mehr man die äufsersten Windungen von den Enden zurückzieht, die Umwicklung also ungefähr nach der Figur 6 auf Tafel II einrichtet, was ohnehin häufig geschieht.

IV. Ueber den Einfluſs der Anzahl der Windungen auf die Magnetisirung des Eisens.

16.

Die Gesetze der magneto-elektrischen Spirale machten es wahrscheinlich, daſs auch für elektromagnetische Erregung das Gesetz stattfinden werde: Der ertheilte Magnetismus verhalte sich, bei gleichen Strömen und unter genau gleichen Umständen, wie die Anzahl der Windungen. Wir bedienten uns zur Prüfung dieses Gesetzes des so eben beschriebenen Apparates mit den sieben über einander gewundenen Spiralen, wovon die unterste, welche den Eisenkern von 1½″ unmittelbar umgab, als Inductionsspirale mit dem Multiplicator verbunden war. Durch die übrigen wurde, wie bei den Versuchen Tab. VI, ein Strom, der an der Wage mit 500 Milligrm. gemessen war, und zwar so geleitet, daſs derselbe erst eine, dann zwei u. s. w., und endlich alle sechs Spiralen durchlief. In der folgenden Tabelle VII finden sich daher die Summen dieser verschiedenen Einwirkungen:

Tabelle VII.

Magnetisirende Spiralen.	Ablenkungen
I	$15^{\circ},92 = \alpha$
I+II	$31\ ,52 = \alpha^{I}$
I+II+IV	$47\ ,57 = \alpha^{II}$
I+II+IV+ V	$63\ ,47 = \alpha^{III}$
I+II+III+IV+V	$82\ ,40 = \alpha^{IV}$
I+II+III+IV+V+VI	$103\ ,20 = \alpha^{V}$

Die Versuche in der vorstehenden Tabelle müssen nun mit denen der Tabelle VI verglichen werden, indem man die Wirkungen der einzelnen Spiralen nach dem Schema der Tabelle VII zusammen addirt. Es ist aber hierbei zu bemerken, daſs zwischen beiden Versuchen nicht nur eine Unterbrechung von mehreren Tagen

stattfand, sondern dafs auch während dieser Zeit der Coconfaden, woran die Doppelnadel des Multiplicators hing, erneuert werden mufste. Daher der Unterschied der Beobachtungen mit der Spirale I in beiden Tabellen. Es ist also der constante Factor x, womit jene Beobachtungen zu multipliciren sind, nach der Methode der kleinsten Quadrate aus folgenden sechs Gleichungen herzuleiten:

$$0{,}13333\,x = \sin \tfrac{1}{2} \alpha$$
$$0{,}26406\,x = \sin \tfrac{1}{2} \alpha^{I}$$
$$0{,}38895\,x = \sin \tfrac{1}{2} \alpha^{II}$$
$$0{,}51016\,x = \sin \tfrac{1}{2} \alpha^{III}$$
$$0{,}63916\,x = \sin \tfrac{1}{2} \alpha^{IV}$$
$$0{,}76102\,x = \sin \tfrac{1}{2} \alpha^{V}.$$

Setzt man dann den auf solche Weise gefundenen Werth von x in jede der obigen Gleichungen, so erhält man folgende berechnete Werthe der Winkel α, α^{I} etc.:

Tabelle VIII.

Winkel.	Beobachtet.	Berechnet.	Differenz.
α	15,92	15,80	+0,12
α^{I}	31,52	31,60	−0,08
α^{II}	47,57	47,28	+0,29
α^{III}	63,47	63,47	0,00
α^{IV}	82,40	82,45	−0,05
α^{V}	103,20	103,37	−0,17

Hieraus ergiebt sich der wahrscheinliche Fehler zu 0,11, der also den möglichen Beobachtungsfehler nicht übersteigt. Diese Versuche sind nun besonders entscheidend für die Artikel 9 ausgesprochene Ansicht über die Correction der dortigen Beobachtungen, und bestätigen zugleich, ganz unabhängig von allen Anomalien der Wage, das dort gefundene Gesetz, dafs die erregte magnetische Intensität des weichen Eisens der Stärke der Ströme proportional sey.

Was aber das Gesetz betrifft, dafs der erregte Magnetismus bei gleicher Stärke der Ströme der *Anzahl* der Windungen proportional sey, so finden für die gewöhnlichen Methoden der Umwicklung allerdings die geringen Modificationen statt, welche nach Art. 13 und 14 die Rücksicht auf die Weite und Lage der Windungen nothwendig machen. Es ist daher das obige Gesetz, streng und allgemein genommen, so auszudrücken:

Die Totalwirkung sämmtlicher, einen Eisenkern umgebender Windungen ist gleich der Summe der Wirkungen der einzelnen Windungen.

V. Entwicklung des allgemeinen Gesetzes für die elektromagnetische Spirale.

17.

In den vier vorhergehenden Artikeln ist durch Versuche bewiesen worden:

1) dafs der durch galvanische Spiralen im Eisen erregte Magnetismus der Stärke der Ströme proportional ist;
2) dafs dieser Magnetismus bei gleichen Strömen unabhängig ist von der Dicke und Form der Drähte oder Streifen, aus welchen die Spiralen bestehen;
3) dafs bei gleichen Strömen die Weite der Windungen gleichgültig ist, mit der Beschränkung, dafs für die, den Enden nahe liegenden Windungen, die Kraft bei gröfserer Weite der Windungen etwas abnimmt;
4) dafs die Totalwirkung sämmtlicher, einen Eisenkern umgebenden Windungen gleich ist der Summe der Wirkungen der einzelnen Windungen.

Wir ersehen also hieraus die vollständige Analogie mit den Gesetzen der magneto-elektrischen Spirale, welche in der oben erwähnten Abhandlung entwickelt sind, und deshalb glaubten wir uns auch der Untersuchung

über den Einflufs der verschiedenen Substanz der Drähte auf die Magnetisirung, überheben zu können, da ihre Gleichgültigkeit für magneto-elektrische Ströme vollständig erwiesen ist. Eigentlich aber liegt der Beweis dafür schon in vielen der oben angeführten Versuche, wo bei gleichen Strömen, trotz einer grofsen Verschiedenheit in der Leitungsfähigkeit der Drähte, die magnetisirende Wirkung der Spiralen völlig gleich war. Die Leitungsfähigkeit ist aber bis jetzt das einzige Phänomen, wodurch sich, den galvanischen Strömen gegenüber, die Verschiedenheit der Substanzen offenbart, gleichgültig, ob diese Verschiedenheit eine chemische, eine mechanische oder eine quantitative ist.

18.

Wir können uns nun zu der vollständigen Lösung unserer ursprünglichen Aufgabe wenden, nämlich:

die vortheilhaftesten Bedingungen zur Construction eines Elektromagneten und zur entsprechenden Anordnung des galvanischen Apparats zu finden, wenn einerseits ein bestimmter Eisenkern, andererseits eine bestimmte Zinkoberfläche mit entsprechender Kupferfläche gegeben ist.

Als Grundlage für die Beziehung der Elemente der galvanischen Kette dient uns das Ohm'sche Gesetz, das durch die ausgezeichnetsten Arbeiten anderer Physiker eine schöne und vielfache Bestätigung erlangt hat; es spricht sich bekanntlich in der Formel aus:

$$F = \frac{A}{L+l},$$

wo F die Stärke des Stromes, A die Summe der in der Kette thätigen elektromotorischen Kräfte, L den ganzen Leitungswiderstand der Kette selbst und l den Widerstand des in dieselbe eingeschalteten Körpers (hier also der elektromagnetischen Spirale) bezeichnet; L besteht aber bekanntlich eigentlich aus 2 Theilen, dem Leitungs-



widerstande des Uebergangs nämlich und dem der Flüssigkeit; sobald aber die Platten immer dieselbe Entfernung von einander haben, so ändern sich beide Theile, und daher auch ihre Summe L in demselben umgekehrten Verhältnisse der Oberfläche der Platten. Beide Leitungswiderstände brauchen also nicht getrennt zu werden, und können in dem einen Zeichen L zusammengefafst werden. Ferner ist in l der Widerstand der Zuleitungsdrähte begriffen, wodurch die Spirale mit der Kette verbunden wird; da aber für die gewöhnlichen Fälle die Länge dieser Drähte im Verhältnisse zur Länge der Spiralen nur unbedeutend ist, ihr Widerstand auch durch Vergröfserung der Dicke beliebig vermindert werden kann, so kann man sich der Berücksichtigung dieses Umstandes überheben, um die Formel nicht unnöthig zu compliciren. Als Einheit der elektromotorischen Kraft nehmen wir die eines Zinkkupferpaares an, so dafs also die elektromotorische Kraft der ganzen Kette oder A proportional ist der Anzahl der Plattenpaare; endlich ist sowohl der Leitungswiderstand L als auch l bezogen auf die Längeneinheit und Dicke eines bestimmten Kupferdrahtes, wobei immer eine gleiche Qualität des Kupfers vorausgesetzt wird.

19.

Es sey:

Die Gröfse der ganzen disponibeln Zinkoberfl. $= s$

Der Leitungswiderstand eines Plattenpaares für die Einheit der Oberfläche $= \lambda$

Die Dicke des Drahtes $= x$

Die Dicke des Drahtes mit der Umspinnung $= x + \delta$

Die Anzahl der Windungsreihen über einander $= y$

Die Anzahl der Plattenpaare, die aus s geschnitten werden können $= z$

Die Länge des zu magnetisirenden Eisenkerns $= a$

Sein Durchmesser $= b$

Hier-

Hiernach ist also:
Die Länge der 1sten Windungsreihe

$$=\frac{a}{x+\delta}\Big(b+(x+\delta)\Big)\pi$$

Die Länge der 2ten Windungsreihe

$$=\frac{a}{x+\delta}\Big(b+3(x+\delta)\Big)\pi$$

Die Länge der 3ten Windungsreihe

$$=\frac{a}{x+\delta}\Big(b+5(x+\delta)\Big)\pi$$

und allgemein der $y$ten Windungsreihe

$$=\frac{a}{x+\delta}\Big(b+(2y-1)(x+\delta)\Big)\pi$$

Die Länge sämmtlicher Windungsreihen aber

$$=\frac{a}{x+\delta}\Big(by+y^2(x+\delta)\Big)\pi.$$

Folglich ist der Leitungswiderstand der festen Leiter, den wir oben mit l bezeichnet haben

$$l=\frac{a\pi}{x^2(x+\delta)}\Big(by+y^2(x+\delta)\Big).$$

Die Oberfläche eines Plattenpaares $=\frac{s}{z}$, folglich sein $L.\ W=\frac{\lambda z}{s}$ und da die Anzahl der Plattenpaare $=z$, so ist der $L.\ W$ der ganzen Kette:

$$L=\frac{\lambda z^2}{s}.$$

Da nun die elektromotorische Kraft der Anzahl der Plattenpaare oder z proportional ist, so ist die Stärke des Stromes:

$$F=\frac{z}{\frac{\lambda z^2}{s}+\frac{a\pi}{x^2(x+\delta)}\Big(yb+y^2(x+\delta)\Big)}$$

$$=\frac{szx^2(x+\delta)}{\lambda z^2x^2(x+\delta)+a\pi s\Big(yb+y^2(x+\delta)\Big)}.$$

Nimmt man den Magnetismus, der durch *eine* Windung erzeugt wird, wenn der Strom 1 hindurchgeht, als Einheit an, so wird, da der Magnetismus der Anzahl der Windungen proportional gesetzt werden kann, und der geringe Einflufs, welchen die Weite der Spiralen hat, nach Art. 15 nicht berücksichtigt zu werden braucht, der durch die ganze Spirale erregte Magnetismus oder

$$M = F.\frac{ya}{(x+\delta)}, \text{ oder}$$

$$M = \frac{szx^2ya}{\lambda z^2 x^2 (x+\delta) + ans\left(yb + y^2(x+)\right)} \quad \ldots\ldots (A)$$

Für die Anordnung, welche dem Maximo entspricht, erhalten wir folgende drei Gleichungen

$$\left(\frac{dM}{dx}\right) = o = ans(2yb + 2y^2\delta + y^2x) - \lambda z^2 x^3$$

$$\left(\frac{dM}{dz}\right) = o = ans(yb + y^2\delta + y^2x) - \lambda z^2 x^3 - \lambda z^2 x^2 \delta$$

$$\left(\frac{dM}{dy}\right) = o = ans(y^2\delta + y^2x) - \lambda z^2 x^3 - \lambda z^2 x^2 \delta.$$

Diese drei Gleichungen sind so angeordnet, um eine leichte Uebersicht zu gestatten, dafs keine derselben gleichzeitig mit den andern bestehen könne, oder mit andern Worten, dafs M keines absoluten Maximums fähig ist, wogegen partielle Maxima, für x, y und z stattfinden, d. h. dafs sowohl die Dicke des Drahtes, als die Anzahl der Windungen über einander oder die Anzahl der Plattenpaare jedes für sich, bis über die Gränze hinaus, welche dem Maximo entspricht, nicht vermehrt werden dürfe, wenn nicht die andern Elemente zugleich veränderliche Gröfsen sind.

20.

Die Formel (A) vereinfacht sich beträchtlich, wenn man die Dicke der Umspinnung δ vernachlässigt. Für die Praxis ist dieses aus doppelten Gründen gestattet,

einmal weil die Dicke der Ueberspinnung gegen die Dicke der Drähte gewöhnlich unbeträchtlich ist; zweitens aber geschieht das Aufwinden der Spiralen um den Eisencylinder eigentlich doch nicht so, wie wir bei Entwicklung der Formel angenommen haben, daſs nämlich die Drähte über einander alle in einer Ebene liegen, sondern die Drähte der folgenden Windungsreihe legen sich immer in die Zwischenräume und Vertiefungen der vorhergehenden, wodurch die Windungen dem Eisenkerne näher rücken, und die ganze Drahtlänge geringer ausfällt, als sie in Rechnung gebracht worden. Ganz eben dasselbe würde aber auch geschehen, wenn wir die Drähte zwar, wie in der Formel angenommen wurde, nur mit Weglassung der Seidenumspinnung umwinden könnten, ohne daſs dabei der Strom von einer Windung in die andere überginge.

Setzt man nun demzufolge in der Gleichung (A) $\delta = o$, so erhält man:

$$M = \frac{s z x^2 y a}{\lambda z^2 x^3 + a \pi s (y b + y^2 x)} \quad \ldots\ldots \quad (B)$$

und für die relativen Maxima:

$$\frac{dM}{dx} = o = a \pi s (2 y b + y^2 x) - \lambda z^2 x^3$$

$$\frac{dM}{dz} = o = a \pi s (y b + y^2 x) - \lambda z^2 x^3$$

$$\frac{dM}{dy} = o = a \pi s . y^2 - \lambda z^2 x^2$$

Entwickelt man aus der ersten dieser Gleichungen $x = f(z, y)$, aus der zweiten $y = F(z, x)$, $z = \varphi(x, y)$ und substituirt diese Werthe nach und nach in der Gleichung (B), so erhält man drei Gleichungen, welche die verschiedenen relativen Maxima als Functionen der beiden andern Bestimmungsstücke ausdrücken. Nehmen wir als Beispiel das Maximum für die Anzahl der Windungen, so erhält man aus der Gleichung:

$$\frac{dM}{dy} = o = a\pi s . y^2 - \lambda z^2 x^2$$

$y = zx \sqrt{\frac{\lambda}{a\pi s}}$, und wenn man diesen Werth in obiger Gleichung (B) für y substituirt:

$$M^y_m = \frac{szx^2 a}{a\pi sb + 2zx^2 \sqrt{\lambda a\pi s}}$$

wenn man nämlich das Maximum des Magnetismus für die Anzahl der Umwicklungen y durch M^y_m ausdrückt. Man sieht hieraus, dafs dieses Maximum mit der Vergröfserung von z oder x wächst, sich aber assymptotisch einem Gränzwerthe nähert; man erhält denselben, wenn zx^2 so grofs angenommen wird, dafs das damit nicht behaftete Glied $a\pi sb$ im Nenner als unbeträchtlich gegen $2zx^2\sqrt{\lambda a\pi s}$ verschwindet, dieses giebt als Gränzwerth:

$$M^y_m = \frac{sa}{2\sqrt{\lambda a\pi s}} = \tfrac{1}{2}\sqrt{\frac{sa}{\lambda\pi}}.$$

Es ergiebt sich also aus der obigen Formel $y = xz\sqrt{\frac{\lambda}{a\pi s}}$, dafs, für das Maximum des Magnetismus, man mit der Anzahl der Windungen über einander zugleich entweder die Anzahl der Plattenpaare, worin man die gegebene Zinkfläche zerschneidet, oder die Dicke oder Drähte in demselben Verhältnisse vermehren müsse, zugleich aber sieht man, dafs nur eine Vergröfserung oder Verstärkung der ganzen disponibeln Batterie entweder durch Vergröfserung von s oder durch Verminderung von λ, diesen von x und z unabhängigen Gränzwerth $\frac{1}{2}\sqrt{\frac{sa}{\lambda\pi}}$, weiter hinauszurücken vermag.

21.

Obgleich nun die Folgerung hieraus hervorgeht, dafs man die Anzahl der Drahtwindungen so viel wie mög-

lich vermehren müsse, um dem Gränzwerthe des Maximums möglichst nahe zu kommen, so finden in der Praxis doch mancherlei Beschränkungen statt, indem namentlich die ganze Dicke der Umwicklung gewöhnlich anderweitig bedingt ist. Bei Eisenstangen von Hufeisenform ist z. B. der Abstand der Schenkel gegeben; eine ähnliche Bedingung findet statt bei der Anordnung der Eisenstangen für elektromagnetische Maschinen u. s. w. Auch mufs man sich der oben Art. 15 erwähnten etwas schwächeren Wirkung der Spiralen, bei gröfserer Entfernung vom Eisenkerne, erinnern, welche hier nicht mit in Rechnung gebracht worden ist, und den Totaleffect um etwas vermindert. Deshalb ist auch in dieser Beziehung eine zu grofse Dicke der Umwicklung, selbst wenn sie sonst gestattet wäre, nicht zu empfehlen.

Es wird daher zweckmäfsig seyn und manche practische Folgerung gestatten, wenn man, statt die Anzahl der Windungen über einander oder y, die Dicke der ganzen Umwicklung als gegeben betrachtet; nennen wir diese c so wird $y = \frac{c}{x+\delta}$ oder $y = \frac{c}{x}$, wenn wir, wie vorher, $\delta = o$ setzen. Wir erhalten demnach:

$$M = \frac{szx^2ca}{\lambda z^2 x^4 + a\pi s(cb + c^2)} \quad \ldots\ldots (C)$$

Es ist hier also nur noch z und x so anzuordnen, dafs M ein Maximum werde. Statt zweier verschiedener Bedingungsgleichungen erhalten wir aber hier zwei identische oder:

$$\frac{dM}{dx} = \frac{dM}{dz} = o = a\pi s(bc + c^2) - z^2 x^4 \lambda \quad \ldots\ldots (D)$$

Aus dieser Gleichung (D) können wir für eine gegebene Dicke des Drahtes die zweckmäfsigste Anordnung der Batterie finden oder vice versa. Entwickelt man hieraus x und substituirt den gefundenen Werth in (C), so erhält man:

$$M_m = \tfrac{1}{2}\sqrt{\frac{asc}{\lambda\pi(b+c)}} \quad \ldots\ldots$$

Aus dieser Gleichung ersieht man, dafs M_m v unabhängig von der Anzahl der Plattenpaare und der Dicke des Drahtes ist; die gegenseitige Bezie beider ist durch die Gleichung (D) gegeben, und erreicht dasselbe Maximum durch dicke oder dünne Dr wenn man nur die entsprechende Anordnung der B rie trifft.

22.

Für viereckige Eisenstangen modificirt sich die mel etwas. Setzen wir den Umfang derselben $=u$ erhält man:

$$M_m = \tfrac{1}{2}\sqrt{\frac{asc}{\lambda(u+4c)}} \quad \ldots\ldots$$

Nimmt man statt des Drahtes Kupferstreifen von Dicke v, die über einander gewunden werden, und finden sich n Spiralen auf der ganzen Länge des Ei kerns, so erhält man, mit Weglassung der Dicke isolirenden Substanz, die Gleichung:

$$M = \frac{szcanv}{\lambda z^2 a v^2 + (u+4c)cn^2 s} \quad \ldots\ldots$$

In Bezug auf die Dicke der Streifen v, welche ein bestimmtes n und z dem Maximo entspricht, e ten wir die Gleichung:

$$\frac{dM}{dv} = o = (u+4c)cn^2 s - \lambda z^2 a v^2 \quad \ldots\ldots$$

wonach man die angemessenen Anordnungen treffen k Substituirt man den hieraus gefundenen Werth von der Gleichung (G), so erhält man die mit der vor Gleichung (F) identische:

$$M_m = \tfrac{1}{2}\sqrt{\frac{asc}{\lambda(u+4c)}} \quad \ldots\ldots$$

Es ist hier übrigens zu bemerken, dafs der Leitung

derstand eines Plattenpaares λ in der Gleichung (F) auf einen Draht bezogen ist, dessen Querschnitt $=\frac{1^2.\pi}{4}$, in (I) aber auf einen Draht, dessen Querschnitt $=1$. Damit das λ in beiden Gleichungen aequivalent sey, mufs es in (I) mit $\frac{\pi}{4}$ multiplicirt werden, wir erhalten also:

$$M_m = \tfrac{1}{2}\sqrt{\frac{asc}{\frac{\pi\lambda}{4}(u+4c)}} \quad \ldots\ldots (K)$$

Hiernach wäre es allerdings vortheilhafter statt der Drähte Streifen zu nehmen, wenn nicht die oft erwähnte Modification in Bezug auf die Endwindungen hierbei von noch gröfserem Einflufs wäre.

Die Art und Weise der Umwicklung kann also für die Praxis, und wenn man die Kette gehörig anordnet, als völlig gleichgültig angesehen werden, indem es nur auf die Dicke derselben ankommt, ja man kann sogar den Eisenkern seiner ganzen Länge nach mit einer dikken Kupferröhre bedecken, die der Länge nach aufgeschlitzt ist. Es würde in diesem Falle $v=c$ und $n=1$, und da hiernach weiter nichts zu bestimmen wäre, als die dem Maximo entsprechende Anzahl der Plattenpaare z, so erhielte man aus (H) die Gleichung:

$$z^2 = \frac{(u+4cs)}{\lambda ac} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (L)$$

Diese Gleichung kann natürlich nur bestehen, sobald z nicht kleiner wird als 1. Wäre dieses der Fall, so hiefse es nichts anderes, als dafs man mit der gegebenen Zinkoberfläche bei einer Dicke der Bewicklung c kein Maximum erreichen könne, und dafs man entweder s vermehren oder c verringern müsse. Zu bemerken aber ist hiebei, dafs, wenn man sich zur Umwicklung dicker Kupferdrähte oder dicker Kupferstreifen bedient, der Leitungswiderstand der Zuleitungsdrähte, den wir bisher vernachlässigt haben, allerdings in Rechnung gebracht wer-

d[illegible] muſs, weil er vielleicht unter solchen Umständen den beträchtlichsten Theil des ganzen Widerstandes ausmacht.

23.

Aus der Gleichung (E)

$$M_m = \tfrac{1}{2}\sqrt{\frac{asc}{\lambda\pi(b+c)}}$$

ergiebt sich:

1) daſs einer bestimmten Zinkoberfläche ein Maximum des Magnetismus entspricht, das nicht überschritten werden könne;
2) daſs die Maxima des Magnetismus sich nur wie die Quadratwurzeln aus den Zinkoberflächen verhalten;
3) daſs man durch Vergröſserung der Dicke der Umwicklung den Magnetismus nur bis auf eine gewisse Gränze hinaus verstärken kann, welche Gränze durch die Gleichung

$$M_m = \tfrac{1}{2}\sqrt{\frac{as}{\lambda\pi}}$$

ausgedrückt wird, wie wir auch bereits Art. 20 gesehen haben.

24.

Einige Bemerkungen in Bezug auf den ökonomischen Effect mögen hier ihre Stelle finden. Nach Faraday ist die Stärke des Stromes proportional der Zinkquantität, welche in jeder Zelle in einer gegebenen Zeit aufgelöst wird, oder wenn wir den Strom, wie oben, F nennen, so ist der Verbrauch in einer gegebenen Zeit Fz, der ökonomische Effect ist aber $\frac{M}{Fz} = q$. Nun haben wir Art. 19 die Gleichung $M = \frac{F.ya}{x+\delta}$ gehabt, oder

ir $\delta = o$ und für $y = \frac{c}{x}$ gesetzt $M = \frac{Fca}{x^2}$, daher der
;onomische Effect oder:

$$q = \frac{ca}{x^2 z}.$$

an ersieht hieraus, dafs der ökonomische Effect kein
aximum hat, sondern dafs er wächst, je geringer die
icke der Drähte und die Anzahl der Plattenpaare ist.
Till man aber den ökonomischen Effect kennen lernen,
elcher dem Maximo des Magnetismus entspricht, so mufs
an diese Gleichung mit der Art. 21 gefundenen Glei-
iung (D) combiniren, wodurch man für den ökonomi-
hen Effect beim Maximo des Magnetismus erhält:

$$q = \sqrt{\frac{ca\lambda}{\pi s(b+c)}},$$

elchem ein, der Gröfse

$$Fz = \frac{s}{2\lambda}$$

·oportionaler Zinkverbrauch entspricht. Da in diesen
ormeln x und z ebenfalls verschwunden sind, so folgt
araus, dafs es für den ökonomischen Effect und den
inkverbrauch beim Maximo des Magnetismus völlig
eichgültig ist, ob derselbe durch dicke oder dünne
rähte erreicht wird, wenn nur die Anzahl der Platten-
aare den durch die Gleichung (D) gegebenen Bedin-
ungen gemäfs angeordnet wird.

Das Hauptresultat aus sämmtlichen obigen Untersu-
iungen läfst sich nun zum Schlufs in folgendes für die
raxis höchst wichtige Gesetz zusammenfassen:

»Bei einem gegebenen Eisencylinder kann man für
ne bestimmte Zinkoberfläche dasselbe Maximum des
agnetismus auf unendlich verschiedene Weise errei-
ien, wenn man die Dicke des Drahtes in das gehörige

Verhältnifs zur Anordnung der Kette setzt; auf welche Weise aber das Maximum auch erreicht wird, so ist dennoch der Zinkverbrauch in einer bestimmten Zeit genau derselbe.«

(Fortsetzung im nächsten Heft.)

II. *Nachtrag zur vorstehenden Abhandlung; von E. Lenz.*

In der Abhandlung, welche Hr. Prof. Jacobi und ich gemeinschaftlich über die Gesetze der Elektromagnete abgefafst, haben wir gezeigt, wie für ein jedes der Gesetze über die magnetisirende Wirkung der Spiralen auf weiches Eisen sich immer ein ihm genau entsprechendes, nur umgekehrtes, Gesetz anführen lasse, nach welchem durch Entstehung oder Verschwinden des Magnetismus eines Eisenkerns der in einer umgebenden Spirale erzeugte inducirte Strom bedingt wird. Diese letzteren Gesetze finden sich von mir in einer Abhandlung (*Mém. de l'Acad. des sciences, T. II*, 1833) auseinandergesetzt [1]). — Es finden aber hierbei einige Beschränkungen statt, die ich in dem Folgenden näher erörtern will.

In meiner Abhandlung habe ich das Gesetz aufgestellt: »die elektromotorische Kraft der in Spiralen verschiedener Weite, von ein und demselben Eisenkerne und ein und demselben in ihm erzeugten Magnetismus inducirten Ströme ist unabhängig von der Weite der Windungen.«

Dagegen in unserer gemeinschaftlichen Abhandlung (Art. 12, 13, 14) haben wir dargethan, dafs dieses Gesetz im Allgemeinen zwar auch umgekehrt wahr sey, dafs nämlich der in einem Eisenkerne durch eine magnetisi-

1) Annal Bd. XXXIV S. 385. *P.*

rende Spirale erzeugte Magnetismus unabhängig sey von der Weite der Windungen der Spirale, dafs dieses Gesetz aber eine Beschränkung erleide bei denjenigen Windungen, die dem Ende des Eisenkerns nahe liegen, so dafs hier die weiter abstehende Spirale gegen die engere im Nachtheile sey. Wir haben auch dort gezeigt, wodurch man sich diese Abweichung von der allgemeinen Regel erklären könne.

Es fragt sich nun, da sonst die Gesetze für beide Fälle sich so genau entsprechen: sollte diese Beschränkung des allgemeinen Gesetzes nicht auch für die magneto-elektrischen Ströme stattfinden? Ich glaube, dafs dieses keinem Zweifel unterliege, da man unsere Schlufsfolge, mit der wir die Abnahme der magnetisirenden Einwirkung mit der Zunahme der Weite der Windungen erklärten, Schritt für Schritt auch dem magneto-elektrischen Falle anpassen könne.

In der That blicken wir auf die dort gebrauchte Figur (Fig. 5 Taf. II), in welcher *MN* den Eisenkern, *a* und *a'* die Querschnitte der Windungen zweier Spiralen in ein und derselben Fläche *a'ao*, aber in ungleichem Abstande vom Eisen, vorstellen, und denken wir uns nun den magnetoelektrischen Fall, dafs nämlich in *MN* ein bestimmter, für alle Versuche constanter, Magnetismus plötzlich verschwinde, so wird dadurch in jeder Windung *a* und *a'* ein inducirter Strom erzeugt werden. Es werden aber hierzu nicht blofs die in der Ebene beider Ströme befindlichen magnetischen Elemente des Eisens beitragen, sondern auch die diesen zunächst liegenden, nur immer schwächer, je weiter sie von *o* abstehen, wegen der gröfseren Schräge der Wirkungen; irgendwo endlich wird jede merkliche Einwirkung aufhören. Wir nehmen an, dafs sämmtliche auf *a* beim Schwinden des Magnetismus noch *merklich* einwirkenden Theilchen von dem Winkel *man* umfafst werden, so werden sämmtliche auf die Windung *a'* einwirkenden

Theilchen von dem Winkel $m'a'n'$ umfafst werden. — Auf a und a' wird nun die Wirkung so wie für den elektromagnetischen, so auch für den magneto-elektrischen Fall gleich seyn; eben dasselbe wird auch in Hinsicht auf b und b' stattfinden, die ganz am Ende des Eisens liegen; denn für beide geht die Hälfte der inducirenden Eisentheilchen verloren. Wenn aber die Windungen sich nicht ganz am Ende, sondern demselben nur nahe befinden, wie in d und d', so fehlt ein Theil der einwirkenden Eisentheilchen für d', während für d noch alle da sind; die Einwirkung auf die weitere Spirale d' wird also nothwendig schwächer seyn als auf d, wenn diese Einwirkung auf a und a' völlig gleich war. — Das von mir für die elektromotorische Kraft magnetoelektrischer Ströme aufgestellte Gesetz gilt also ohne alle Modification eigentlich nur für unendlich lange Eisenstangen.

Wenn dem aber so ist, so fragt es sich nun, woher es kam, dafs ich bei meinen früheren Versuchen diese, wenn auch geringe, Abweichung von dem allgemeinen Gesetze der Unabhängigkeit der elektromotorischen Kraft der magnetoelektrischen Ströme von der Weite der Windungen nicht gefunden habe? Eine nähere Betrachtung der dort angewandten Beobachtungsmethode wird uns Rechenschaft darüber geben.

Ich habe in meiner damaligen Abhandlung zwei Versuche zum Beweise des in Rede stehenden Gesetzes angeführt. Bei dem ersten Versuche war das Verhältnifs der Durchmesser der Windungsweite $=0'',73 : 6'',57$, bei dem zweiten gar wie $0'',73 : 28'',0$. Ich will mich gleich auf den letzten Versuch, wo das Verhältnifs der Durchmesser fast wie $1 : 40$ war, beschränken; was von ihm gilt, gilt in noch gröfserem Maafse vom ersten Versuch, wo dieses Verhältnifs fast nur $=1 : 9$ war. Die Inducirung des Stromes in den Spiralen ward so veranstaltet, dafs die Spirale von 28'' Durchmesser, die aus sechs Windungen bestand, welche um ein Rad von die-

sem Durchmesser, dicht an einander liegend, gewunden waren, auf einen Eisencylinder geschoben wurde, der etwa ¼ Zoll im Durchmesser hatte und 2 Zoll lang war; an dem Ende desselben wurden nun, in einer Richtung mit ihm, zwei starke magnetische Coulomb'sche Systeme mit entgegengesetzten Polen angelegt, so daſs der Eisencylinder stark magnetisch wurde; beim plötzlichen Abreiſsen der beiden Magnetsysteme nach beiden entgegengesetzten Seiten hin ward der inducirte Strom in der Spirale erzeugt. — Wenn die beiden Systeme, von denen jedes 19½ Zoll lang war, an dem Anker lagen, so hatte man gleichsam einen Magneten von 41 Zoll Länge, um welchen sich die Spirale schlang, während ihr Abstand von demselben nur 1¼ Zoll betrug. Es betrug also der oben angeführte und mit *man* bezeichnete Winkel 112°. Wurden die Systeme plötzlich fortgerissen, so ward der Magnetismus innerhalb dieses ganzen Winkels aufgehoben, und es wirkten auf die Spiralen nicht bloſs die 2 Zoll des Eisencylinders, sondern auch die beiden 19½ Zoll langen Magnete. Man findet also die Erklärung, warum sich hier die der weiten Spirale nachtheilige Endwirkung nicht zeigte, wenn man zugiebt, daſs sämmtliche noch merklich auf die Inducirung einwirkenden magnetischen Elemente innerhalb des Winkels von 112° liegen, was gewiſs sehr wahrscheinlich ist.

Nach diesen Erläuterungen muſs ich also das von mir in der angeführten Abhandlung *zu allgemein* aufgestellte Gesetz, daſs die elektromotorische Kraft der magneto-elektrischen Ströme von der Weite der Windungen unabhängig sey, dahin modificiren, *daſs es in dieser Allgemeinheit nur gültig sey, wenn die inducirenden Magnetstäbe gegen die Weite der Windungen als unendlich lang anzusehen sind, daſs es aber auf kürzere Magnetstäbe die Beschränkung erleide, daſs die weiteren Spiralen gegen die engeren etwas im Nachtheile sind.*

Ganz Aehnliches, als welches ich so eben von der

Weite der Windungen der magneto-elektrischen Spiralen gesagt habe, läfst sich auch von dem andern von mir in der erwähnten Abhandlung aufgestellten Gesetze, *dafs die elektromotorische Kraft in den magneto-elektrischen Spiralen der Anzahl der Windungen proportional sey*, bemerken; auch hier müssen bei nicht unendlich langen inducirenden Magneten die Endwindungen eine etwas geringere elektromotorische Kraft entwickeln. — Warum sich dieses bei meinen dortigen Versuchen nicht ergab, lag theils darin, dafs die Spirale den inducirenden Eisencylinder eng umschlofs, wo also die Schwächung der Endwindungen am wenigsten hervortreten mufste, theils aber auch darin, dafs die Windungen nicht blofs vom verschwindenden Magnetismus des Eisencylinders inducirt wurden, sondern auch durch's Entfernen von Hufeisenmagneten, wodurch gleichsam der inducirende Magnet verlängert wurde. Ich halte es nicht für nöthig diefs mehr im Detail zu zeigen, da der Fall dem so eben betrachteten ganz analog ist, nur ist hier ein Hufeisenmagnet, statt der beiden geradlinigen Systeme gebraucht.

Also auch hier ist das Gesetz, dafs die elektromotorische Kraft der Anzahl der Windungen der magnetoelektrischen Spirale proportional sey, dahin zu modificiren, dafs es im strengen Sinne nur für solche inducirende Magnete gelte, die im Verhältnifs zur Weite der Windungen als unendlich lang angesehen werden können. Besser noch, und dann allgemein gültig, läfst es sich so aussprechen: *Die elektromotorische Kraft einer inducirten Spirale ist gleich der Summe der elektromotorischen Kräfte sämmtlicher einzelnen Windungen.*

III. *Zwölfte Reihe von Experimental-Untersuchungen über Elektricität;*
von Hr. Michael Faraday.

(Fortsetzung von S. 54.)

IX. Zerreifsende Entladung und Isolation.

1359. Die nächste Form der Entladung habe ich durch den Beinamen der *zerreifsenden* unterschieden (1319), da sie die Theilchen, unter welchen und durch welche sie plötzlich hervorbricht, immer mehr oder weniger verschiebt. Ich begreife darunter die Entladung in Gestalt von Funken, Lichtbüscheln und Glimmen (*glow*) (1405), schliefse aber aus die Fälle von Strömen in Luft, Flüssigkeiten u. s. w., da diese, obwohl die ersteren häufig begleitend, wesentlich anderer Natur sind.

1360. Die Bedingungen zur Erzeugung eines elektrischen Funkens in der einfachsten Gestalt sind bekannt. Zwei leitende Flächen, die im entgegengesetzten Elektricitätszustand befindlich sind, müssen einen isolirenden di-elektrischen Stoff einschliefsen, und wenn dann die Einwirkungen fortdauernd verstärkt oder anderweitig befördert werden, indem man entweder den Elektricitätszustand beider Leiter erhöht oder dieselben näher zusammenbringt, oder die Dichtigkeit des di-elektrischen Stoffs verringert, erscheint zuletzt ein *Funke*, und die beiden Kräfte sind zur Zeit vernichtet, da eine Entladung stattgefunden hat.

1361. Die Leiter (welche als Begränzer (*termini*) der Vertheilungswirkung angesehen werden können), sind in den meisten Fällen Metalle, während als di-elektrische Körper in der Regel gemeine Luft und Glas ange-

wandt werden. Bei meiner Vertheilungstheorie wird indefs jeder di-elektrische Körper von Wichtigkeit; denn da die Resultate als wesentlich von diesen Körpern abhängend betrachtet werden, so stand zu vermuthen, dafs sich bei näherer Untersuchung früher nicht geahnete Unterschiede in der Wirkung zeigen, und dadurch neue Thüren zu Entdeckungen auf dem ausgedehnten Felde unserer Wissenschaft eröffnen würden. Diese Hoffnung unterhielt sich besonders in Bezug auf die Gase, wegen deren hohen Isolationsvermögens, Gleichförmigkeit in physischer Beschaffenheit und grofser Verschiedenheit in den chemischen Eigenschaften.

1362. Alle Wirkungen vor der Entladung sind vertheilender Art; und der Spannungsgrad, welcher dem Erscheinen des Funkens vorausgehen mufs, ist bei der jetzt beabsichtigten Prüfung meiner Vertheilungstheorie ein sehr wichtiger Punkt; es ist die Gränze des Einflusses, welchen der di-elektrische Körper beim Widerstehen der Entladung ausübt. Es ist folglich ein Maafs des Bewahrvermögens der di-elektrischen Substanz, welches seinerseits als ein Maafs, und daher als ein Ausdruck der Intensität der in Thätigkeit begriffenen elektrischen Kräfte betrachtet werden kann.

1363. Viele Physiker haben die Umstände dieser begränzenden Wirkung in der Luft untersucht; allein, was die Genauigkeit und Ausdehnung der Untersuchungen betrifft, hat Keiner, meines Wissens, Hrn. Harris erreicht [1]). Einige seiner Resultate mufs ich hier kurz erwähnen, vorausbemerkend, dafs sie alle mit Anwendung von Luft als di-elektrisches Mittel zwischen den leitenden Flächen erhalten worden sind.

1364. Zuerst untersuchte er den *Abstand* der gebrauchten Kugeln, oder, anders gesagt, die *Dicke* des di-elektrischen Körpers, durch welchen hin die Vertheilung

1) *Phil. Transact.* 1834, *p.* 225.

lung unterhalten wurde. Die zur Erzeugung einer Funken-Entladung erforderliche Elektricitätsmenge der geladenen oder vertheilenden Kugel, gemessen durch eine Maafsflasche (*unit jar*) oder sonst nach einem mit dieser Flasche identischen Princip, ergab sich genau im Verhältnifs stehend mit dem gegenseitigen Abstand der Kugeln oder der entladenden Spitzen, und zwar unter sehr verschiedenen und genauen Formen des Experiments [1]).

1365. In Bezug auf *Druck* oder *Dichtigkeit* der Luft fand er, dafs die Elektricitätsmengen, welche zur Hervorbringung einer Entladung durch einen *constanten* Zwischenraum erforderlich waren, sich genau wie die Dichtigkeiten verhielten. Wenn also die Elektricitätsmenge dieselbe blieb, standen der Zwischenraum und die Dichtigkeit der Luft im einfachen umgekehrten Verhältnifs zu einander; bei doppeltem Zwischenraum ging dieselbe Menge über, wenn die Luft bis zur Hälfte verdünnt war [2]).

1366. Es ist dabei zu erinnern, dafs diese Wirkungen stattfinden, ohne dafs die vertheilende Kraft irgend eine Veränderung durch die Verdichtung oder Verdünnung erfährt. Diese Kraft bleibt sich gleich in Luft [3]) und in allen Gasen (1284. 1292), wie auch deren Verdünnungsgrad seyn mag.

1367. Eine *Temperaturänderung* der Luft war ohne Einflufs auf die Elektricitätsmenge, welche zur Hervorbringung einer Entladung durch einen gegebenen Zwischenraum erforderlich war [4]).

Das sind unter Hrn. Harris's Resultaten die, welche ich für jetzt gebrauche, und sie scheinen mir unzweifelhaft.

1) *Phil. Transact.* 1834, *p.* 225.

2) Ebendaselbst, *p.* 229.

3) Ebendaselbst, *p.* 237. 244.

4) Ebendaselbst, *p.* 230.

1368. In der auf eine Moleculartbätigkeit des Dielectricums begründeten Vertheilungstheorie haben wir den Zustand dieses Körpers besonders wegen der Ursache und der Bedingungen obiger Wirkungen in Betracht zu nehmen. Nach der Voraussetzung befinden sich die Theilchen des di-elektrischen Körpers während der Vertheilung in einem Polarisationszustande, und die Spannung dieses Zustandes steigt in jedem Theilchen höher, so wie die Vertheilung gesteigert wird, entweder durch gegenseitige Annäherung der vertheilenden Flächen, Formveränderungen, Verstärkung der ursprünglichen Kraft oder andere Mittel, bis zuletzt, wenn die Spannung der Theilchen den höchsten Grad, den sie ohne Umsturz der ganzen Anordnung ertragen können, erreicht haben, sogleich darauf eine Entladung eintritt.

1369. Die Theorie setzt jedoch nicht voraus, dafs *alle* Theilchen des unter Vertheilung stehenden Dielectricums in gleichem Grade ergriffen werden oder eine gleiche Spannung erlangen. Was Seitenwirkung der Linien der Vertheilungskraft (1231 und 1297), und divergirende und zufällig gekrümmte Form dieser Linien genannt wurde, spricht gegen diese Annahme. Die Idee ist: dafs, durch *sämmtliche* Linien der Vertheilungskraft gehend, jeder Querschnitt des Dielectricums an Summe der Kräfte jedem anderen Querschnitt gleich sey, mithin der Gesammtbetrag der Spannung in jedem solchen Querschnitt gleich sey.

1370. Entladung tritt wahrscheinlich ein, nicht wenn alle Theilchen einen gewissen Grad von Spannung erreicht haben, sondern wenn das meist ergriffene Theilchen bis zu dem Umsturz- oder Wendepunkt (*subverting or turning point*) (1410) gesteigert worden ist. Denn obwohl *alle* Theilchen in der Vertheilungslinie der Ladung widerstehen und in ihren Wirkungen so verknüpft sind, dafs sie eine Summe von Widerstandskräften geben, so müssen doch, wenn irgend eins bis zum

Sturzpunkt (*overturning point*) gebracht ist, bei einem Funken zwischen Kugel und Kugel *alle* nachgeben. Das Weichen (*breaking down*) des einen (Theilchens) mufs nothwendig den Umsturz des ganzen Dammes (*barrier*) nach sich ziehen; denn er befand sich auf dem höchsten Grad des Widerstands, als er, neben den übrigen Theilchen, von jenem einen Theilchen unterstützt wurde, und diese Stütze ist nun fort. Daher kann *Spannung* oder *Intensität* [1]), gemäfs der Theorie, als ein besonderer Zustand der Theilchen, oder als der Betrag ihrer gezwungenen Abweichung von dem normalen Zustand betrachtet werden.

1371. Der Gesammt-Effect zwischen einem geladenen Leiter und einem entfernten, isolirten oder nicht isolirten, Leiter entspringt, nach meiner Theorie, aus einer Wirkung, die von Theilchen zu Theilchen des dazwischenliegenden und isolirenden Dielectricums fortgepflanzt wird, und die Theilchen werden betrachtet, als zur Zeit in einen Zwangszustand versetzt, aus welchem sie streben in ihren normalen oder natürlichen Zustand zurückzukehren. Die Theorie scheint daher eine leichte Erklärung des Einflusses der *Entfernug* auf die Vertheilung zu liefern (1303. 1364). So wie die Entfernung abnimmt, wächst die Vertheilung; denn dann sind in der Linie der Vertheilungskraft weniger Theilchen, die sich der Annahme des Zwangs- oder Polarisationszustands widersetzen, und so umgekehrt. So wie der Abstand abnimmt, geschieht ferner die Entladung bei einer geringeren Ladung von Elektricität; denn, wenn, wie bei Harris's Versuchen (1364), der Zwischenraum auf die Hälfte verringert wird, ist zur Entladung nur halb so viel Elektricität erforderlich als bei dem ursprünglichen Zwischenraum, und einleuchtend ist, dafs dann auch nur

1) Siehe Harris über einen vorgeschlagenen besonderen Begriff dieser Ausdrücke. *Phil. Transact.* 1834, *p.* 222.

halb so viel Theilchen dazwischen sind, die ihre Kräfte zum Widerstande gegen die Entladung vereinigen.

1372. Das Vergröfsern der bei dem Act der Vertheilung einander gegenüberstehenden Leitungsflächen, bewirkt, wenn der Zuflufs der Elektricität beschränkt ist, eine Schwächung der Vertheilung; und diefs ergiebt sich als eine natürliche Folge des vergröfserten Flächenraums des Dielectricums, durch welches hin die Vertheilung geschieht. Denn bei Ausbreitung der vertheilenden Wirkung, welche anfangs durch einen Querschnitt des Dielectricums von einem Quadratzoll ausgeübt wurde, auf einen solchen Querschnitt von zwei oder drei Quadratzoll werden zwei oder drei Mal so viel Theilchen des Dielectricums in den Polarisationszustand versetzt und zur Unterhaltung der vertheilenden Wirkung verwandt. Die Spannung der kleineren Anzahl, auf welcher die beschränkte Kraft ursprünglich angehäuft war, mufs also in einem verhältnifsmäfsigen Grade sinken.

1373. Aus demselben Grunde mufs eine Verringerung der gegenüberstehenden Flächen, selbst bis zur Zurückführung auf blofse Spitzen, die Intensität erhöhen. Allein in diesem Fall ist die Spannung der Theilchen des Dielectricums zunächst an den Spitzen höher als die der Theilchen in der Mitte, wegen der Seitenwirkung und dadurch erfolgenden Bauchung der Linien der Vertheilungskraft in dem mittleren Abstand (1369).

1374. Dafs die Vertheilungs-Effecte an einer Spitze *p* oder an einer kleinen Fläche, wie das zugerundete Ende eines Stabes, einer grofsen Fläche gegenüber stärker sind als bei einer Kugel oder Platte, die in gleichem Abstande einer anderen Spitze oder einem anderen Ende gegenübersteht, stimmt hiemit ebenfalls überein (1302). Denn im letzteren Fall wird die kleine Fläche *p* nur von denjenigen Theilchen ergriffen, die durch die eben so kleine Fläche des gegenüberstehenden Leiters in den Vertheilungszustand versetzt ist, wogegen, wenn diese

eine Kugel oder Platte ist, die Linien der Vertheilungskraft gleichsam auf das Ende p concentrirt sind. Wiewohl nun die Theilchen des Dielectricums gegen die grofse Fläche einen weit schwächeren Spannungszustand besitzen mögen als die gegen die ähnliche kleinere Fläche, so sind deren auch weit mehre vorhanden, und da die Linien der Vertheilungskraft gegen einen Punkt convergiren, so vermögen sie, den näher der kleinen Fläche in einem Querschnitt liegenden Theilchen (1369) einen dem übrigen gleichen, und folglich für jedes einzelne Theilchen höheren Betrag von Spannung mitzutheilen, so dafs an der Oberfläche des kleineren Leiters die Spannung eines Theilchens sehr steigt, und, wenn der Leiter in einer Spitze endigt, die Spannung, wenn sie nicht, wie zuvor (1368), begränzt wäre, bei der Entladung zu einem unendlichen Grad steigen würde. Die Natur der Entladung aus kleinen Flächen oder Spitzen, die unter Vertheilung stehen, wird späterhin (1425 etc.) betrachtet werden.

1375. *Verdünnung* der Luft ändert die *Intensität* der vertheilenden Wirkung nicht (1284. 1287); auch giebt es, so weit ich sehen kann, keinen Grund, warum sie es thun sollte. Wenn Elektricitätsmenge und Abstand gleich bleiben und die Luft auf die Hälfte verdünnt worden, so ist zwar eine Hälfte der Theilchen des Dielectricums entfernt; allein die zurückgebliebene Hälfte nimmt in ihrer Polarität die doppelte Spannung an; deshalb sind die Vertheilungskräfte balancirt, und das Resultat bleibt dasselbe, so lange als die Vertheilung und Isolation unterhalten werden. Allein bei der *Entladung* verhält es sich ganz anders; denn da nur halb so viel dielektrische Theilchen in der verdünnten Atmosphäre da sind, so werden diese schon durch die Hälfte der früheren Elektricitätsmenge zur Entladungs-Intensität gebracht. Es erfolgt daher Entladung, und diese Folge-

rung aus der Theorie steht im vollen Einklang mit Hrn. Harris's Resultaten (1365).

1376. Dafs bei gleichem Abstande eine *Verstärkung* der Elektricität erforderlich ist, wenn der Druck oder die Dichte der Luft vergröfsert wird, folgt eben so und nach denselben Grundsätzen aus der Moleculartheorie.

1377. Hier hat, glaube ich, meine Vertheilungstheorie einen entschiedenen Vorzug vor den übrigen, besonders vor der, welche das Verbleiben der Elektricität auf der Oberfläche von Leitern in Luft dem *Druck der Atmosphäre* zuschreibt. Die letztere, von Poisson und Biot angenommene Theorie ist, glaube ich, die allgemein herrschende [1]), und doch verknüpft sie zwei so unähnliche Dinge, wie die wägbare Luft und die feine, und selbst hypothetische Flüssigkeit (oder Flüssigkeiten) der Elektricität durch die Bande eines blofsen statischen Drucks. Meine Theorie dagegen geht sogleich davon aus, dafs sie die elektrischen Kräfte mit den Körpertheilchen verknüpft; sie entnimmt alle ihre Beweise und selbst ihren Ursprung in erster Instanz von dem Experiment, und dann scheint sie, ohne alle weitere Voraussetzung, von diesen und vielen anderen sonderbaren und, ich glaube, bisher unbeachteten Erscheinungen eine vollständige Erklärung zu liefern.

1378. Noch ein wichtiger experimenteller Grund entspringt aus der Verschiedenheit der Vertheilungsfähigkeit der verschiedenen di-elektrischen Körper (1269. 1274. 1278). Man denke sich eine positiv elektrisirte Kugel, isolirt in der Mitte einer anderen gröfseren nicht isolirten Kugel aufgestellt, und dazwischen ein gleichförmiges Dielectricum, wie Luft. Der Fall ist genau der meines Apparats (1187) und auch in der That der ir-

1) *Enc. Britann. Suppl. Vol. IV Article Electricity, p.* 76. 81. (Auf die Unrichtigkeit dieser Ansicht wurde schon in dies. Annalen, Bd. XXXXI S 99, aufmerksam gemacht. *P.*)

gend einer elektrisirten Kugel, die in einem Zimmer, etwas entfernt von unregelmäfsig gestalteten Leitern befindlich ist. Unter diesen Umständen ist die Elektricität (so zu sagen) gleichförmig auf der Oberfläche der elektrisirten Kugeln verbreitet. Bringt man aber ein Dielectricum, wie Schwefel oder Schellack in den Raum zwischen den beiden Leitern oder an eine Seite oder gegenüber einer Stelle der inneren Kugel, so wird die Elektricität sogleich auf der letzteren ungleichmäfsig vertheilt (1229. 1270. 1309), obschon die Gestalt der leitenden Oberflächen, die Abstände derselben und der *Druck* der Luft vollkommen unverändert bleiben.

1379. Fusinieri bildete sich eine andere Ansicht als die von Poisson, Biot und Anderen, aus dem Grunde, weil Verdünnung der Luft ein leichtes Entweichen der Elektricität veranlafst. Er betrachtet die Wirkung als entspringend aus der Entfernung des *Hindernisses*, welches die Luft der Expansion der Substanzen, aus welchen die Elektricität übergeht, darbietet [1]). Allein Kugeln von Platin zeigen im Vacuo die Erscheinungen so gut als solche von flüchtigen Metallen und anderen Substanzen. Ueberdiefs entweicht die Elektricität, wenn die Verdünnung sehr beträchtlich ist, fast ohne Widerstand und ohne merkliche Wärme-Entwicklung. Ich glaube daher, dafs auch Fusinieri's Ansicht wenig Beifall finden könne.

1380. Ich habe wohl nicht nöthig auf das Entladungs- und Einsaugungs- (*Collecting*) Vermögen der Flamme zu verweisen. Ich glaube mit Harris, dafs die Wärme an sich nichts bewirkt (1367), sondern nur die Luftverdünnung von Einflufs ist. Die Wirkung einer Verdünnung ist schon im Allgemeinen betrachtet (1375), und die, erzeugt durch die Hitze eines brennenden Lichts mit zugespitzten Docht und dem damit verknüpften Fort-

1) *Bibl. univers.* 1831, *XLVIII*, *p.* 375.

führungsvermögen kohliger Theilchen, sind vollkommei hinreichend alle diese Erscheinungen zu erklären.

1381. Wir sind nun zu der wichtigen Frage ge langt, wie in Gasen, welche gleichen physischen Zustand *gleichen Druck* und *gleiche Temperatur* wie die Luf besitzen, nur in specifischem Gewicht und chemischei Eigenschaften verschieden sind, die zur Isolation un Zerreifsungs-Entladung erforderliche Vertheilungs-Spau nung unterhalten wird.

1382. In diese Frage kann ich für jetzt nur in so fern eingehen, als sie wesentlich ist für den vorliegen den Satz, dafs Isolation und Vertheilungs-Spannung nich blofs von den angewandten geladenen Leitern abhängt sondern auch, und hauptsächlich, von dem dazwischei befindlichen Dielectricum, in Folge der Molecular-Actioi von dessen Theilchen.

1383. Eine Glasflasche *a* (Taf. I Fig. 13 giebt si in $\frac{1}{6}$ der wahren Gröfse), von welcher Hals und Bodei abgeschnitten, war durch zwei abgeschliffene Messing platten verschlossen. In der Stopfbüchse auf *b* safs ei verschiebbarer Stab *d*, der unten in einer Messingku gel und oben in einem Ringe endete. Die untere Platt war versehen mit einem Fufs *e*, einem Hahne *f* und ei ner Dille *g*, auch mit einer Messingkugel *l*, welche mit telst eines durch die Dille gehenden Stifts in verschie denen Höhen befestigt werden konnte. Die metallischei Theile dieses Apparats waren nicht gefirnifst; allein da Glas mit einer Schicht von zuvor in Alkohol aufgelöster Schellack überzogen. Das Gefäfs konnte, nachdem e ausgepumpt worden, mit einem beliebigen Gase gefüll werden, und dieses Gas wurde zuvor durch geschmol zenes Chlorcalcium getrocknet.

1384. Der andere Theil des Apparats bestand au zwei isolirten Stützen *h* und *i*, an denen zwei Messing

kugeln befestigt waren; durch diese gingen zwei verschiebbare Stäbe *k* und *m*, die an beiden Seiten in Messingkugeln endeten; *n* war das Ende eines isolirten Conductors, welcher durch eine Elektrisirmaschine positiv oder negativ gemacht werden konnte; *o* und *p* waren Drähte zur Verbindung desselben mit den zuvor beschriebenen Theilen; *q* war ein Draht, welcher die beiden entgegengesetzten Seiten der Nebenvorrichtungen verband, und auch mit einer guten Entladungs-Leitung *r* (292) in Verbindung stand.

1385. Klar ist, dafs die Entladung der Maschinen-Elektricität entweder zwischen *s* und *l* oder *S* und *L* übergehen konnte. Bei den ersten Versuchen war die Anordnung so, dafs der Abstand zwischen *s* und *l* *ungeändert* blieb, aber ein Gas nach dem andern in das Gefäfs *a* gebracht, und die Entladung an der einen Stelle gegen die an der andern aequilibrirt wurde; denn wenn man den Zwischenraum *u* hinlänglich verringerte, mufste offenbar alle Entladung hier geschehen, eben so wie sie, bei hinreichender Vergröfserung dieses, gänzlich am Zwischenraum *v* im Recipienten vor sich gehen mufste. Es ist einleuchtend, dafs man auf diese Weise den veränderlichen Zwischenraum *u* als Maafs nehmen konnte, oder vielmehr als Anzeiger des Widerstandes bei der Entladung durch das Gas am constanten Zwischenraum *v*. Folgendes sind die constanten Dimensionen:

Kugel *s*	0,93 Zoll	Kugel *l*	2,02 Zoll
Kugel *S*	0,96 -	Kugel *L*	1,95 -
		Zwischenraum *v*	0,62 -

1386. Bei Anstellung der Versuche ergab sich, dafs wenn sich Luft oder sonst ein Gas im Recipienten *a* befand, der Zwischenraum kein fester war. Er konnte um ein Gewisses geändert werden, und dennoch erschienen dort oder bei *v* im Recipienten Funken. Man zeichnete die Gränzwerthe auf, d. h. den gröfsten Abstand, bei dem noch eben die Entladung *immer* bei *v* im Gase statt-

fand, und den kleinsten Abstand, bei dem noch eben die Entladung immer bei *u* in der Luft geschah. So waren die Gränzwerthe bei *u*, wenn Luft im Recipienten war, 0,56 und 0,79 Zoll; innerhalb der 0,23 Zoll sprangen die Funken bald an dem einen, bald an dem andern Zwischenraum über.

1387. Die kleinen Kugeln konnten durch die Maschine entweder positiv oder negativ gemacht werden, und da es sich ergab, wie zu erwarten war, dafs die Gase sich in Bezug auf diese Veränderung verschieden verhielten, so wurden die dabei erhaltenen Resultate ebenfalls aufgezeichnet.

1388. Folgende Tafel enthält einige solcher Resultate. Die angeführten Gase befanden sich nach einander in dem Gefäfse *a*. Die Zahlen bezeichnen in Zollen den kleinsten, gröfsten und mittleren Zwischenraum bei *u* in Luft; der Zwischenraum bei *v* betrug beständig 0,62 Zoll.

	Kleinster.	Gröfster.	Mittlerer.
Luft, *s* und *S* positiv	0,60	0,79	0,695
dito *s* und *S* negativ	0,59	0,68	0,635
Sauerstoff, *s* und *S* negativ	0,41	0,60	0,505
dito *s* und *S* negativ	0,50	0,52	0,510
Stickstoff, *s* und *S* positiv	0,55	0,68	0,615
dito *s* und *S* negativ	0,59	0,70	0,645
Wasserstoff, *s* und *S* positiv	0,30	0,44	0,370
dito *s* und *S* negativ	0,25	0,30	0,275
Kohlensäure, *s* und *S* positiv	0,56	0,72	0,640
dito *s* und *S* negativ	0,58	0,60	0,590
Oelbildendes Gas, *s* und *S* pos.	0,64	0,86	0,750
dito - *s* und *S* neg.	0,69	0,77	0,730
Steinkohlengas, *s* und *S* pos.	0,37	0,61	0,490
dito *s* und *S* neg.	0,47	0,58	0,525
Salzsäuregas *s* und *S* pos.	0,89	1,32	1,105
dito *s* und *S* neg.	0,67	0,75	0,720

1389. Die obigen Resultate wurden alle zur selben Zeit erhalten. Fernerweitige Versuche gaben im Allgemeinen, was die Ordnung betraf, dieselben Resultate, doch nicht in den Zahlen. So fand sich:

Wasserstoff, *s* und *S* pos.	0,23	0,57	0,400
Kohlensäure, *s* und *S* pos.	0,51	1,05	0,780
Oelbildendes Gas, *s* und *S* pos.	0,66	1,27	0,965.

Den Unterschied der Barometerstände an den Tagen der Versuche habe ich nicht aufgezeichnet.

1390. Man hätte erwarten sollen, es gäbe nur zwei Abstände, einen für jeden Zwischenraum, bei welchen die Entladung entweder an dem einen oder anderen geschehen wäre, und es würde die geringste Aenderung an einem, ein beständiges Vorwalten des einen über den andern bewirkt haben. Allein diefs ist unter den gewöhnlichen Umständen nicht der Fall. Mit Luft im Gefäfs stieg die Veränderung beinahe auf 0,2 Zoll an dem kleineren Zwischenraum von 0,6, und mit Salzsäuregas betrug sie mehr als 0,4 an dem kleineren Zwischenraum 0,9. Wie geschieht es, dafs ein fester Zwischenraum einen Funken, der zur selben Zeit nicht 0,6 Luft durchspringen kann, durchläfst, während er unmittelbar darauf und anscheinend unter genau denselben Umständen einen Funken, der durch 0,8 Luft gehen kann, nicht durchläfst?

1391. Wahrscheinlich rührt ein Theil dieser Veränderung von in der Luft schwebenden Staubtheilchen her, die in und um den Strom gezogen werden, vielleicht auch von einem veränderlichen Ladungszustand des Glasgefäfses *a*. Dafs die ganze Wirkung nicht auf den Einflufs von Umständen in dem Gefäfse *a* zurückführbar ist, ergiebt sich aus der Thatsache, dafs wenn in freier Luft Funken zwischen Kugeln erscheinen, sie häufig nicht gerade sind, sondern auf andern als dem kürzesten Wege gehen. Diese Veränderungen in der Luft selbst und an verschiedenen Theilen der nämlichen Kugeln er-

weisen das Daseyn und den Einfluſs von Umständen, welche berechnet sind, Wirkungen von der hier betrachteten Art hervorzubringen.

1392. Wenn an einem der Zwischenräume einmal ein Funke übergegangen ist, so hat er gewöhnlich eine stärkere Neigung zum Erscheinen an *demselben* Zwischenraum, gleich wie wenn dort eine Vorbereitung zum Uebergange der späteren Funken gemacht wäre. So erscheinen auch, wenn man mit schnellem Drehen der Maschine fortfährt, die Funken gewöhnlich an derselben Stelle. Diese Wirkung entspringt vermuthlich zum Theil aus der von den früheren Funken bewirkten Erwärmung der Luft, zum Theil von Staub, zum Theil auch von Etwas bisher in den Umständen der Entladung noch nicht Wahrgenommenem.

1393. Ein sehr merkwürdiger, in seiner Richtung *constanter* Unterschied tritt ein, wenn mit der den Kugeln *s* und *S* mitgetheilten Elektricität vom Positiven in's Negative oder umgekehrt gewechselt wird. Er besteht darin, daſs der Umfang der Variation bei positiver Ladung der kleinen Kugeln immer gröſser ist als bei negativer. Dieſs zeigt sich in der folgenden, aus den früheren Versuchen gezogenen Tafel:

Umfang der Veränderung	Positiv.	Negativ.
in Luft	0,19	0,09
- Sauerstoff	0,19	0,02
- Stickstoff	0,13	0,11
- Wasserstoff	0,14	0,05
- Kohlensäure	0,16	0,02
- ölbildendem Gas	0,22	0,08
- Steinkohlengas	0,24	0,12
- Salzsäuregas	0,43	0,08.

Ich zweifle nicht, daſs diese Zahlen eine bedeutende Berichtigung erfordern; allein das allgemeine Resultat

ist auffallend und der Unterschied in mehren Fällen sehr ;rofs.

1394. Wiewohl in Folge der Veränderung der ichlagweite (1386) der Zwischenraum in Luft für jetzt ein Maafs des Isolations- oder Widerstandsvermögens les Gases in dem Gefäfse ist, so können wir doch für ;egenwärtige Zwecke den mittleren Zwischenraum als ıngefährigen Ausdruck jenes Vermögens ansehen. Bei Betrachtung dieser mittleren Zwischenräume, wie sie in ler dritten Kolumne (1388) gegeben sind, wird sogleich inleuchtend, dafs Gase, als Dielectrica angewandt, beondere elektrische Beziehungen zur Isolation, und desalb auch zur Vertheilung besitzen, ganz andere, als ıan vielleicht von ihren blofsen physikalischen Eigenchaften des specifischen Gewichts oder des Drucks errarten sollte.

1395. Zuerst ist klar, dafs sie *unter demselben Druck* nicht gleich sind, indem die Unterschiede von 7 auf 110 steigen. Bei positiver Ladung der Kugeln, ei gleichen Oberflächen und gleichem Druck hat Salzäuregas ein drei Mal gröfseres Isolations- oder Hemm-*restraining*) Vermögen (1362) als Wasserstoffgas, und in nahe doppeltes als Sauerstoff, Stickstoff und Luft.

1396. Es ist indefs klar, dafs die Verschiedenheit icht aus dem specifischen Gewicht entspringt; denn ob'ohl Wasserstoff am tiefsten steht, und deshalb tiefer ls Sauerstoff, steht Sauerstoff viel unter Stickstoff oder lbildendem Gas; und Kohlensäure, obwohl bedeutend :hwerer als ölbildendes oder Salzsäure-Gas, steht nieriger als beide; Sauerstoff als ein schweres und ölbilendes Gas als ein leichtes stehen im strengsten Conast zu einander, und wenn wir aus Harris's Versuıen mit Luft (1365) auf ölbildendes Gas schliefsen ürfen, so könnte dasselbe bis zu zwei Drittel seiner ewöhnlichen Dichte oder bis zum specifischen Gewicht on 9,3 (Wasserstoff =1) verdünnt werden, und würde

doch, ohne dieselbe Dichte und denselben Druck wie Sauerstoff zu haben, gleiches Isolationsvermögen oder gleiches Entladungs-Widerstreben wie dieses besitzen.

1397. Versuche, welche die Gleichheit der Gase in ihrem Vertheilungsvermögen erweisen, sind bereits beschrieben (1291. 1292). Diefs Resultat steht nicht im Widerspruch mit dem Daseyn grofser Unterschiede in ihrem Isolationsvermögen. Dasselbe ist bereits in Bezug auf dichte und lockere Luft bemerkt worden (1375).

1398. Hieraus entspringt ein neues Argument zum Erweise, dafs es nicht blofs der Druck der Luft seyn kann, was die Entladung verhütet oder bedingt (1377. 1378), sondern dafs es eine specifische elektrische Eigenschaft des gasigen Mediums seyn mufs. Hieraus auch ein neuer Grund für die Theorie der molecularen Vertheilungs-Action.

1399. Wie roh die vorstehende Reihe von Versuchen auch seyn mag, so lassen sich doch noch andere Verschiedenheiten der Gase aus derselben ableiten. So geben die positive und die negative Reihe der mittleren Zwischenräume nicht dieselben Unterschiede. Es ist schon bemerkt, dafs die negativen Zahlen kleiner sind als die positiven (1393); allein aufserdem ist auch die *Ordnung* der positiven und negativen Resultate nicht gleich. Vergleicht man z. B. die Mittel-Zahlen (welche für jetzt die Isolations-Spannung bezeichnen), so erhellt, dafs in Luft, Wasserstoff, Kohlensäure, ölbildendem Gas und Salzsäure-Gas die Spannung höher steigt, wenn die kleine Kugel positiv gemacht, als wenn sie negativ ist, während in Sauerstoff, Stickstoff und Steinkohlengas das Umgekehrte stattfindet. Wiewohl nun die Zahlen nicht für genau zu erachten sind, und wiewohl Luft, Sauerstoff und Stickstoff wahrscheinlich auf der einen Seite stehen, so zeigen doch einige der Resultate, z. B. die mit Salzsäure-Gas, dafs in dieser Beziehung eine besondere Verschiedenheit zwischen den Gasen vorhanden ist.

Diefs erwiefs sich ferner, als der Zwischenraum in Luft gleich 0",8 gemacht und das Gefäfs *a* mit Luft gefüllt war; denn bei *positiver* Ladung der kleinen Kugeln *s* und *S* geschah die *ganze* Entladung durch die *Luft*, während sie bei *negativer* Ladung *ganz* durch das *Salzsäure-Gas* ging.

1400. So fand sich auch, dafs, wenn der Conductor *n nur* mit dem Salzsäuregas-Apparat verbunden war, die Enladung leichter bei negativer Ladung der kleinen Kugel *s* als bei positiver geschah; denn im letzteren Fall ging viel von der Elektricität als Lichtbüschel-Entladung aus dem Verbindungsdraht *p* durch die Luft; allein im ersteren Fall schien alles durch das Salzsäuregas zu gehen.

1401. Die Betrachtung der positiven und negativen Entladung durch Luft und andere Gase wird indefs in dem ferneren Theile dieser oder in der nächsten Abhandlung wieder aufgenommen werden.

1402. Für jetzt mufs ich diesen Theil des Gegenstands verlassen; er bezweckte nur zu zeigen, in wie weit die Gase in dem Vermögen übereinkommen oder abweichen, auf Körper, die vertheilend durch sie hin (die Gase) wirken, eine Ladung zurückzuhalten. Alle Resultate neigen dahin zu zeigen, dafs die Vertheilung eine Wirkung angränzender Molecule sey (1295 etc.); allein aufserdem, dafs sie diesen Hauptsatz der gegenwärtigen Untersuchung bestätigen, tragen sie auch dazu bei, die specifischen Eigenschaften der gasigen Dielectrica zu enthalten; zugleich zeigen sie, dafs weitere und ausgedehnte Experimental-Untersuchungen nöthig sind, dabei neue Entdeckungen als Belohnung für die erforderliche Arbeit versprechend.

1403. Gehen wir von den gasigen Dielectricis zu den flüssigen oder starren über, so mufs für jetzt unser Raisonnement mehr den Charakter einer blofsen Hypothese annehmen; doch erblicke ich in den Erscheinun-

gen, welche diese Körper darbieten, nichts, was der Theorie widerspräche. Nehmen wir drei Dielectrica, wie Luft, Terpenthinöl und Schellack, gebrauchen dieselben Kugeln oder Conductoren bei denselben Zwischenräumen in diesen Substanzen, und erhöhen die Intensität der Induction bis eine Entladung stattfindet; so ergiebt sich, dafs sie in der Flüssigkeit mehr als in dem Gase, und in dem Starren mehr als in dem Flüssigen erhöht werden mufs. Diefs ist nicht unvereinbar mit der Theorie; denn mit der Flüssigkeit, obgleich sich deren Theilchen fast eben so leicht als die des Gases bewegen, werden viel mehr Theilchen in einen gegebenen Zwischenraum eingeführt, und was diesen Umstand betrifft, so tritt bei Anwendung eines starren Körpers der nämliche Fall ein. Ueberdiefs wird die Cohäsion des gebrauchten Körpers einigen Einflufs ausüben; denn wiewohl die Erzeugung des Polarisationszustandes in dem Theilchen eines starren Körpers durch dessen Starrheit oder durch andere Umstände nicht verhindert, sondern im Gegentheil in einigen Fällen selbst befördert werden mag (1163. 1344), so kann doch die Starrheit einen Einflufs auf die endliche Vernichtung desselben ausüben (just so wie sie Entladung in einem Elektrolyten verhindert) und so ein weit gröfseres Steigen der Vertheilungs-Intensität zulassen.

1404. Ueberdiefs finden sich in der Fähigkeit zur Annahme des Polarisationszustandes und so auch in der zur Entladung nothwendigen Erhöhung dieser Polarität sehr wahrscheinlich specifische Verschiedenheiten bei den starren und flüssigen Körpern. Eine analoge Verschiedenheit in dem specifischen Vertheilungsvermögen ist bereits für ein Paar Substanzen (1278) in dem letzten Aufsatz nachgewiesen. Solch eine Verschiedenheit würde selbst die verschiedenen Grade des Isolations- und Leitungsvermögens verschiedener Körper erklären, und wenn sie vorhanden wäre, dem Argument zu Gunsten der Mole-

leculartheorie von der Vertheilung eine fernere Verstärkung verleihen.

(Fortsetzung folgt.)

IV. *Ueber einige Fragen des Tages in der organischen Chemie; von* J. Berzelius.

(Mitgetheilt vom Hrn. Verfasser aus den *Kongl. Vetensk. Acad. Handling. f.* 1838.)

Das chemische Studium der organischen Natur ist einer der interessantesten Gegenstände der Naturforschung geworden. Lange Zeit vernachlässigt, als nothwendige Folge von noch unausgebildeten Begriffen, ist es, in dem Maafse wie diese sich weiter entwickelten, ein Lieblingsstudium geworden, mit dem sich die Mehrzahl der Chemiker vorzugsweise beschäftigt. Die Fortschritte sind erstaunlich, und der Anwuchs unserer Kenntnifs darin seit den letzten zehn oder zwölf Jahren so grofs, dafs die organische Chemie eine weit ausgedehntere und umfassendere Wissenschaft geworden ist, als die ganze unvergleichlich mehr ausgearbeitete unorganische Chemie. Und wie viele der bekannten organischen Körper sind noch ununtersucht, wie viele bis jetzt unbekannte dürften nicht noch entdeckt werden!

Die Untersuchungen lieferten zahlreiche, nicht selten gute und zuverlässige Resultate, oft genug aber beurtheilt von verschiedenartigen Ansichten, welche Benennungen und Zusammenstellungen von Verbindungsverhältnissen veranlassen, deren Unvereinbarkeit zu einem Ganzen am stärksten hervortritt, wenn man versucht die zerstreuten Angaben zu sammeln und in wissenschaftlichen Zusammenhang zu bringen. Dann zeigt sich sogleich, dafs ein allgemeiner Leitfaden mangelt. Ohne

die Aufsuchung eines solchen, welcher die gefundenen Einzelheiten verknüpft, wird die organische Chemie bald ein Magazin von Thatsachen werden, das zu umfassen kein Gedächtnifsvermögen ausreichen dürfte.

Nur durch Forschung nach den Gesetzen, durch welche die Verbindung der Elemente in der organischen Natur bestimmt werden, können wir hoffen, diesem Leitfaden auf die Spur zu kommen. Aber welche sind diese Gesetze? Setzt die Lebenskraft in der organischen Natur die unorganischen Elemente unter den Einflufs anderer Kräfte als die, welche deren Verbindung in der unorganischen bewerkstelligen? Diese letztere Frage ist verschieden beantwortet worden. Man hat angenommen, die Lebenserscheinungen beruhten auf einer eigenen, der unorganischen Natur fremden Kraft, welche man *Lebenskraft* nannte. In der lebenden Natur gehen sicher physische und chemische Erscheinungen vor, die so verschieden von denen der unorganischen Natur sind, dafs sie wohl zu einer solchen Erklärung zu berechtigen scheinen; allein wenn wir die Einzelheiten der Wirkungen dieser Kraft untersuchen, erkennen wir darin das Spiel der gewöhnlichen Naturkräfte, gestellt unter die Einwirkung einer Menge verschiedenartiger Verhältnisse, welche die Verschiedenheit der Wirkungen hervorrufen. Wir sind gewifs noch weit entfernt zu begreifen, wodurch alle Lebenserscheinungen bedingt werden, aber aus dem Theil derselben, dessen Entschleierung uns geglückt ist, liegt klar vor Augen, dafs, wenn mit Lebenskraft etwas anderes verstanden wird als die eigenen, auf verschiedene Weisen zusammen wirkenden Umstände, unter denen die gewöhnlichen Naturkräfte in der organischen Natur in Wirksamkeit gesetzt werden, wenn man darunter eine eigene besondere Naturkraft versteht, diese Naturkraft eine hypothetische, ihrem Daseyn nach noch unerwiesene ist, deren Voraussetzung einer von den vielen Fällen ist, worin wir, nach **Alexander's** Beispiel,

den Knoten zerhauen, statt ihn aufzulösen. Es zeigt sich bald, dafs eine einzige allgemeine Lebenskraft unzureichend wäre für unsere Erklärungen, dafs wir nicht nur eine besondere für jede Art lebender Wesen annehmen müfsten, sondern auch, dafs diese den Producten des Lebensprocesses, nachdem sie von dem lebenden Körper getrennt werden, begleite, weil sie in unseren, mit ihnen angestellten Untersuchungen, z. B. in der sogenannten trocknen Destillation, Metamorphosen durchlaufen, und neue, nach Weise der organischen Natur zusammengesetzte Körper hervorbringen, ohne dafs sie dem Einflufs der Organe eines lebenden Körpers ausgesetzt sind, und nunmehr nur den in der unorganischen Natur wirkenden Kräften gehorchen. Es bleibt uns also nur übrig, in den organischen Processen, so weit wir vermögen, die besonderen Umstände hervorzusuchen, unter welchen die allgemeinen Naturkräfte ihre Wirksamkeit ausüben. Allein gleiche Kräfte setzen gleiche Naturgesetze voraus, und daraus folgt, dafs das, was wir von den Gesetzen für die Verbindung der Elemente in der unorganischen Natur erfahren haben, auch anwendbar seyn mufs auf deren Verbindung in der organischen.

Da es bei unseren Untersuchungen der einzig richtige Gang ist, uns bei Aufsuchung von noch Unbekanntem auf das Bekannte zu stützen, so mufs es auch hier der alleinig richtige Weg seyn, das in der unorganischen Natur Bekannte von Verbindungsgesetzen als Richtschnur zu nehmen zur Beurtheilung der Verbindungsweise der Elemente in der organischen. Jede andere Weise des Fortgangs würde der Einbildungskraft freies Spiel lassen, welche in ihrer individuellen Mannigfaltigkeit bald unzählige Luftschlösser zum Umblasen und Ersetzen durch neue erbauen würde.

Dem zufolge dürfte nun der Satz aufgestellt werden können, *dafs die Anwendung des von der Verbindungsweise der Elemente in der unorganischen Natur Be-*

kannten auf die Beurtheilung ihrer Verbindungen in der organischen der Leitfaden ist, durch den wir hoffen dürfen, zu richtigen und consequenten Vorstellungen über die Zusammensetzungsweise der unter dem Einflufs des Lebensprocesses entstehenden Körper zu gelangen.

Dieser Grundsatz ist zwar sicher nicht bestimmt geläugnet, aber auch niemals aus seinem richtigen Gesichtspunkt betrachtet worden; und im Allgemeinen hat man ihn nicht befolgt bei Versuchen zur Beantwortung der für die Entwicklung der organischen Chemie hauptsächlichen Frage: Wie die organischen Producte zusammengesetzt sollen angesehen werden? Wir wollen eine summarische Uebersicht des auf diesem Wege Geleisteten geben.

Schon bei den ersten einigermafsen gelungenen Versuchen zur Elementar-Analyse der Körper, welche die Wissenschaft Gay-Lussac und Thénard zu danken hat, bemühten sich diese ausgezeichneten Chemiker einiges Licht hierüber zu verbreiten. Als ein aus den Versuchen hervorgehendes Gesetz stellten sie auf, dafs die Verhältnisse des Wasserstoffs und Sauerstoffs die Eigenschaften der vegetabilischen Körper bedingten [1]), auf die Weise, dafs, wenn Wasserstoff und Sauerstoff darin in demselben Verhältnifs wie im Wasser enthalten seyen, der Pflanzenstoff indifferent und von analoger Art mit Zucker, Gummi, Stärkmehl, Holz sey; dafs wenn der Sauerstoff dieses Verhältnifs übersteige, der Stoff sauer sey, und wenn der Wasserstoff vorwalte, er zu der Klasse der Harze, Oele oder weingeistigen Flüssigkeiten gehöre. Dieser für die wenigen, damals in Untersuchung genommenen Fälle richtige Schlufs hat sich bei weiterer Ausdehnung der Analyse nicht bestätigt. Kurze Zeit darauf versuchte auch ich diese Art Analysen, mit bestimmterem Zweck, die Zusammensetzungsweise der organischen Körper auszumitteln. Zu dem Ende fand ich

1) *Recherches physico-chimiques, II.*

es unvermeidlich, das Sättigungsvermögen der organischen Körper aufzusuchen und die verschiedenen Verhältnisse ihrer Verbindungen mit unorganischen Oxyden, wenn sie deren mehre mit Sicherheit hervorbringen konnten, zu vergleichen, um aus diesem Vergleiche abzuleiten, in welcher dieser Verbindungen das unorganische Oxyd am wahrscheinlichsten ein Atom vom organischen Körper aufnehme. Die völlige Uebereinstimmung in der Art, wie sich organische Körper und unorganische Oxyde mit Basen vereinigen, leitete ungezwungen zu dem Schluſs, daſs die organischen Körper, wie die unorganischen Oxyde, aus einem Radical, verbunden mit Sauerstoff, bestehen, dieſs Radical aber bei den ersteren zusammengesetzt sey. Diese Idee sprach ich im Lehrbuch der Chemie aus [1]), wo sie der Eintheilung der Säuren in die mit einfachem und mit zusammengesetztem Radical zum Grunde liegt.

Vielleicht war es noch zu zeitig diese Idee auszusprechen, weil damals erst eine sehr geringe Anzahl organischer Körper analysirt worden; sie erregte daher nicht die Aufmerksamkeit der Chemiker, welche während der seit dem verflossenen 21 Jahre sich mit Forschungen auf diesem Wege beschäftigten, und allgemein gab man einer anderen Ansicht den Vorzug, der nämlich, nach welcher die organischen Körper binäre Verbindungen der Elemente seyn sollen, Verbindungen, die jeder nach seiner Vorstellungsweise annahm. **Prout** suchte

1) Neuere Auflage, Stockholm 1817, S. 544. „Seit wir den Unterschied zwischen den Producten der organischen und unorganischen Natur, so wie die verschiedene Weise, wie sich die daraus abgeschiedenen Bestandtheile mit einander verbinden, näher kennen gelernt, haben wir gefunden, daſs dieser Unterschied eigentlich darin besteht, daſs in der unorganischen Natur alle oxydirten Körper ein *einfaches Radical* besitzen, wogegen alle organischen Substanzen *aus Oxyden mit zusammengesetztem Radical* bestehen. Bei den Pflanzenstoffen besteht das Radical im Allgemeinen aus Kohle und Wasserstoff, bei den Thierstoffen aus Kohle Wasserstoff und Stick-

zu zeigen, dafs alle zur Nahrung von Menschen und Thieren dienliche Stoffe als aus Kohle und Wasserstoff in verschiedenen Verhältnissen zusammengesetzt angesehen werden könnten, eine Idee, die vor ihm schon Gay-Lussac und Thénard, aber mifsbilligend, geäufsert hatten. Andere fingen an sie darzustellen als zusammengesetzt bald aus zwei, bald aus drei binären Verbindungen, bestehend, nach Umständen, in Kohlenoxyd, Kohlensäure, Wasser und diesem oder jenem Kohlenwasserstoff.

Diese Vorstellungsweise erhielt eine wichtige Stütze durch Gay-Lussac's Untersuchungen über die Zusammensetzung des Alkohols und Aethers, indem er zeigte, dafs sie sich verhalten wie 2 Vol. ölbildendes Gas, vereinigt, im Aether, mit 1 Vol., und, im Alkohol, mit 2 Vol. Wassergas. Die Uebereinstimmung dieser Ansicht mit dem specifischen Gewicht dieser Körper in Gasform, und mit der damals herrschenden Ansicht über die Verwandlung des Alkohols in Aether war so vollständig, dafs sie schwerlich anders als Diejenigen, welche die organischen Körper aus binären Verbindungen zusammengesetzt annahmen, in ihrer Ueberzeugung bestärken, und Diejenigen, welche ihr Urtheil noch nicht bestimmt hatten, zu dieser Ueberzeugung verleiten konnten. Andere analytische Untersuchungen wurden auf gleiche Weise gedeutet. Mitscherlich z. B., der die von ihm zerlegte wasserhaltige Benzoësäure als aus Kohlensäure und Benzin zusammengesetzt, und das Bittermandelöl als bestehend aus Kohlenoxyd und Benzin ansah, gab dieser Betrachtungsweise der organischen Zusammensetzung eine neue Stütze.

Die Verhandlungen über die Zusammensetzung des Aethers und dessen Verbindungen erweckten, ernsthafter als zuvor, die Frage: wie der Aether zusammengesetzt sey. In dem Jahresbericht über die Fortschritte der Chemie, welchen ich 1834 der Academie übergab,

stellte ich einen Vergleich auf zwischen der Meinung, dafs er aus Kohlenwasserstoff und Wasser bestehe, und meiner Ansicht, dafs er das Oxyd eines zusammengesetzten Radicals sey; und dabei zeigte sich, dafs diese Ansicht consequenter als die allgemein angenommene Meinung die Verbindungen des Aethers mit anderen Körpern erkläre. Diese Vorstellung erregte Aufmerksamkeit; von den beiden Chemikern, die in den letzteren Jahren mehr als andere zur Erweiterung der organischen Chemie beigetragen haben, nahm Liebig sie an und bestritt sie Dumas. Dafs diese entgegengesetzten Meinungen zwischen ihnen mit Gründlichkeit entwickelt werden würden, war von ihnen zu erwarten, und diese wissenschaftliche Discussion führte zu ihrer Uebereinstimmung in der Meinung, dafs die Frage: Wie sauerstoffhaltige organische Körper zusammengesetzt zu betrachten seyen, so beantwortet werden könne und müsse, dafs sie *Oxyde von zusammengesetzten Radicalen seyen.* Die theoretische Darstellung dieser Ansicht flofs aus Dumas's Feder [1]); sie ist mit Geschick und Klarheit verfafst, und wird wahrscheinlich nicht verfehlen die verdiente Aufmerksamkeit zu finden.

Man darf indefs nicht glauben, dafs diese Frage so abgemacht sey, dafs keine Schwierigkeiten mehr übrig blieben. Solche finden sich noch in grofser Menge, und jene ausgezeichneten Chemiker haben bisher nicht versucht eine Anwendung von dieser Ansicht zu machen, sondern im Gegentheil späterhin mehren anderen damit unvereinbaren Ansichten gehuldigt [2]).

1) *Notes sur l'état actuelle de la chimie organique, par* Dumas *et* Liebig. (*Compt. rend.* 1837, *II*, *p.* 567.)

2) Z. B. in deren Theorie über die Zusammensetzung der Weinsäure, Citronsäure u. m. a. Pflanzensäuren, Liebig in der Ansicht von der Zusammensetzung der Harnsäure und mehrer anderer stickstoffhaltiger Körper aus einem eingebildeten Stoff, *Uryl*, verbunden mit Harnstoff, Oxalsäure u. s. w.

Kann man es als gegründet ansehen, dafs die Verbindungsarten in der organischen Natur auf denselben Verbindungsgesetzen wie in der unorganischen Natur beruhen, so müssen auch die Verbindungen in der ersten nach den Verbindungen in der letzten gemodelt seyn. Dann zeigt sich sogleich, dafs Körpern, zusammengesetzt aus Kohlenwasserstoff und Wasser, Kohlenoxyd oder Kohlensäure, alles Entsprechende in der unorganischen Natur abgeht. Verbindungen zwischen binären Körpern (d. h. solchen, die aus zwei Elementen bestehen) kommen gewifs in grofser Zahl in letzterer vor; allein gewöhnlich haben sie ein Element gemeinsam, und können in den meisten Fällen nach Belieben getrennt und wieder vereinigt werden. Das ist mit den nach dieser Ansicht zusammengesetzten organischen Körpern niemals der Fall, oder wenn es einmal geschieht, so gehört es zu den seltenen Ausnahmen. Diese Zusammensetzungs-Ansicht ist aus diesem Grunde ganz und gar willkührlich. Jeder kann andere binäre Verbindungen als Bestandtheile des organischen Körpers annehmen, und darnach die Zusammensetzung gewöhnlich auf sehr verschiedene Weisen betrachten, welche alle gleich gut mit dem Resultat der Analyse übereinstimmen, und von diesem gleich viel oder gleich wenig bewiesen werden. Hieraus leuchtet ein, dafs dieser Zusammensetzungs-Ansicht, da sie weder von etwas Entsprechendem in der unorganischen Natur unterstützt wird, noch zu einer Art von Einheit in den Ansichten führt, sondern in ihrem Detail auf dem individuellen Gutdünken eines Jeden beruht, eine natürliche Grundlage fehlt, von welcher letzteren Einheit und Zusammenhang natürliche und nothwendige Folgen sind.

Wenn dagegen die Ansicht, nach der die sauerstoffhaltigen organischen Körper Oxyde von zusammengesetzten Radicalen sind, durch Vergleiche mit unorganischen Verbindungs-Arten geprüft wird, so findet man sie vor-

trefflich damit übereinstimmend, nicht nur hinsichtlich der Verbindungen organischer Oxyde mit unorganischen Basen oder Säuren, sondern auch in der Möglichkeit bisweiliger Austausche des Sauerstoffs gegen Schwefel und Salzbildner. Wären uns die Wege zur Bewerkstelligung solcher Austausche besser bekannt und könnten wir demnach die Anzahl solcher Fälle mehr vergröfsern, so würde das allein hinreichend seyn, diese Ansicht unbestreitbar zu machen. Von organischen Oxyden, die in Gasform gewogen werden können, ist ferner bekannt, dafs das Verhältnifs zwischen dem Volum des Radicals, welches nicht selten auf indirectem Wege mit Sicherheit bestimmt werden kann, und dem Volum des Sauerstoffs, so wie auch die Verdichtung der beiden Gase bei der Verbindung, zu ganz denselben Gesetzen führt, welche wir bei den Verbindungen der einfachen Körper in Gasform gefunden haben. So findet man 2 Vol. Radical verbunden mit 1 Vol. Sauerstoff, oder 1 Vol. Radical mit 2 Vol. Sauerstoff, verdichtet zu 2 Volumen, ferner, dafs Verbindungen von 1 Vol. eines jeden, nach Umständen, entweder ohne Verdichtung oder mit Verdichtung von 2 zu 1 Vol. vereinigt sind, dafs Verbindungen von 2 Vol. Radical mit 3 Vol. Sauerstoff von 5 zu 2 Vol. verdichtet sind u. s. w. [1]). Gewifs sind noch viele solche Vergleiche zu machen, aber unzweifelhaft ist, dafs sie in dem Maafse als die Wege zu ihrer Anstellung bekannt werden, auch die hier gegebene Ansicht bestätigen werden. Es scheint den richtigen Grundsätzen in Behandlung der Wissenschaften gemäfs zu seyn, dafs man bei der Wahl zweier Ansichten, von denen die eine mit den aus besser bearbeiteten Theilen der Wissenschaft erlangten Kenntnissen nicht übereinstimmt, die andere aber in allen bisher geprüften Punkten mit den-

1) Als Beispiel verweise ich auf meinen Jahresbericht vom 31. März 1837, p. 213. (Annal. Bd. XXXXII S. 434. *P.*)

selben in Einklang steht, dieser letzteren den Vorzug geben müsse.

Ich habe gesagt, dafs die Producte der trocknen Destillation organischer Stoffe Körper ausmachen, die nach Weise der organischen Natur zusammengesetzt sind. Sie zerfallen dabei durch den nach der Temperatur verschiedenen katalytischen Einflufs der Wärme in andere, für verschieden hohe Temperaturen verschieden zusammengesetzte Körper, bis zuletzt bei den höchsten Temperaturgraden der gröfste Theil der Producte nach Art und Weise der unorganischen Natur zusammengesetzt ist. Das will mit anderen Worten sagen, die Elemente durchlaufen eine Reihe veränderter Verbindungen, worin deren relative Atomenzahl öfters vereinfacht, und deren gegenseitigen Verwandtschaften vollständiger neutralisirt werden, und das Ganze bildet einen ununterbrochenen Uebergang, ohne eine bestimmte Gränze, von den organischen zu den unorganischen Verbindungs-Arten. Allein gerade die Producte, welche fast die letzten Glieder dieser Kette bilden, und bei den Versuchen, denen wir sie aussetzen, einen vergleichungsweise gröfseren Bestand haben, sind es, bei welchen es uns am besten gelingt, die organische Verbindungsweise zu studiren. Die Entwicklung unserer Begriffe auf diesem Felde hat gleichen Schritt gehalten mit dem Studium der Metamorphose organischer Körper durch Gährung und trockne Destillation.

Allein aus der Idee, die sauerstoffhaltigen organischen Producte als Oxyde von zusammengesetzten Radicalen zu betrachten, folgt, dafs die Gegenstände für die Bearbeitung der organischen Chemie einigermafsen gleichartig werden mit denen, welche in der unorganischen Chemie vorkommen. Diese sind:

1) *Radicale.* Die organische Natur bringt höchst wenige nicht oxydirte Körper hervor, z. B. Terpenthinöl, Cedro-öl, Stearopten aus Rosenöl; ob diese aber Radicale sind und ohne Veränderung in ihrer Zusammen-

setzung sich mit Sauerstoff verbinden können, ist nicht bekannt. Eins der gröfsten Hindernisse für die Gültigmachung dieser theoretischen Ansicht liegt ohne Zweifel darin, dafs die organische Natur ganz fertige Oxyde hervorbringt, d. h. auf ein Mal das Radical und dessen Oxyd hervorbringt, und dafs diese Oxyde sich nicht so einfach wie die unorganischen durch eines anderen Körpers überwiegende Verwandtschaft zum Sauerstoff reduciren lassen, sondern dafs dabei Verhältnisse eintreten, welche das organische Oxyd auf mannigfaltige Weise metamorphosiren. Diese Metamorphosen, welche übrigens dem Studium der organischen Chemie ein so grofses Interesse verleihen, werden immer ein, vielleicht unübersteigliches, Hindernifs für die Darstellung isolirter Radicale bleiben. Wir müssen uns glücklich schätzen, wenn es uns künftig mehr als bisher gelingen wird, die Radicale vom Sauerstoff auf Schwefel, einen Salzbildner oder sonst einen einfachen Körper zu übertragen, ohne sie im isolirten Zustande kennen zu lernen. So geht es uns noch heut mit dem Fluor, welches doch ein einfacher unzerstörbarer Körper ist. Inzwischen darf man hoffen, dafs die Zukunft reicher an Methoden seyn werde als die Gegenwart.

Die zusammengesetzten Radicale sind dreierlei Art: 1) Solche, die aus *Kohle* und *Stickstoff* bestehen. Die bekannte Anzahl derselben ist höchst eingeschränkt. Cyan, welches wir in isolirter Form erhalten können, Melon und das Radical der Parabansäure sind bisher die einzig bekannten Beispiele. 2) Solche, welche aus *Kohle* und *Wasserstoff* bestehen. Ihre Anzahl ist sehr zahlreich. Diese beiden Arten können *binäre Radicale* genannt werden. 3) Solche, welche aus *Kohle*, *Stickstoff* und *Wasserstoff* bestehen, *ternäre* Radicale.

Da nach unseren jetzigen Ansichten die Kräfte, durch welche Verbindungen hervorgebracht werden, nicht zwischen mehr als zwei Körper von entgegengetzter elektro-

chemischer Tendenz wirken, so müfsten alle zusammengesetzten Körper sich in zwei Bestandtheile, nämlich einen elektro-positiven und einen elektro-negativen, zerfällen lassen. Die ternären Radicale müfsten sich folglich betrachten lassen als zusammengesetzt entweder aus einem binären Körper und einem einfachen, oder aus zwei binären, z. B. aus einem Kohlenstickstoff und Wasserstoff oder einem Kohlenstickstoff und einem Kohlenwasserstoff. Dieser Gegenstand ist indefs noch zu neu, als dafs in diesem Augenblick eine Ansicht aufgestellt werden könnte, die, aller thatsächlichen Stütze entbehrend, mehr als eine Vermuthung wäre.

Die neulich von Bunsen entdeckten und zerlegten Verbindungen, Alkarsin und Alkargen, führen auf die Vermuthung, dafs es noch eine andere Klasse ternärer Radicale gebe, in welchen der Stickstoff durch Arsenik ersetzt ist. Wenn sich das Daseyn dieser Klasse bestätigen sollte, wäre es wohl möglich, dafs auch Phosphor in ternäre Radicale einginge.

Zuweilen ist der Schwefel ein Bestandtheil organischer Körper. Giebt es *quaternäre Radicale?* Sie für unmöglich zu erklären, wäre in diesem Augenblick wohl eben so übereilt, als sie anzunehmen. Richten wir aber unsere Aufmerksamkeit auf die elektro-chemischen Eigenschaften des Schwefels, so will es scheinen, als könnte der Sauerstoff, eben so wenig wie der Sauerstoff, zur Zusammensetzung eines Radicals gehören. In die meisten dieser Verbindungen tritt er bestimmt als Schwefelsäure ein, in einige andere als schweflige Säure und in noch andere als Sulfuret [1]). In anderen Fällen macht

1) In Mitscherlich's Sulfobenzid geht der Schwefel aller Wahrscheinlichkeit nach als schweflige Säure ein $=C^{12}H^{10}+\ddot{S}$, und Dumas's Formel für das Senföl $=C^{32}N^{8}H^{40}S^{5}O^{5}$ läfst sich so aufstellen:

$$C^{16}N^{4}H^{20}+5O$$
$$C^{16}N^{4}H^{20}+5S$$

die Geringfügigkeit der Schwefelmenge die Bestimmung unsicher [1]).

2) *Oxyde* und *Säuren*; sie machen die gewöhnlichsten Formen aus. Bisher sind von einem und demselben Radical nur einige wenige verschiedene Oxydationsstufen bekannt, z. B. drei vom Acetyl, dem Radical der Essigsäure.

oder als Verbindung von dem Oxyd und dem Sulfuret desselben Radicals, zu 1 At. von jedem.

1) Mit der Idee von organischen Körpern, als Oxyden zusammengesetzter Radicale, stellt sich das Bedürfnifs von darnach angepafsten Benennungen ein, wobei das Radical mit einem Namen versehen werden mufs, um darnach den des Oxyds zu bilden. Es ist indefs nicht meine Meinung, damit die Trivialnamen aus der Wissenschaft zu verbannen. Wir werden vermuthlich immer Wasser und nicht Wasserstoffoxyd sagen, und eben so werden wohl die allgemein bekannten organischen Stoffe ihre Trivalnamen behalten, da sie den grofsen Vortheil haben, auf keiner Theorie zu beruhen, und deshalb unveränderlich zu seyn. Diefs aber schliefst nicht den Nutzen und die Nothwendigkeit aus, diesen Körpern auch systematische wissenschaftliche Namen zu geben, welche eine theoretische Ansicht über deren Zusammensetzung ausdrücken, und welche sie behalten, so lange dieser Ansicht gehuldigt wird, und bis eine andere, wo möglich richtigere, eine damit consequent abgeänderte Benennung veranlafst.

Wenn das Bedürfnifs solcher Namen vorausgesehen wird, ehe sie allgemein gewählt werden, ist es Recht, die Grundsätze in Betracht zu ziehen, nach welchen die Wahl eines Namens geschehen mufs. Principlose Benennungen, hervorgerufen durch ein augenblickliches Bedürfnifs, befestigen unpassende Namen so in der Wissenschaft, dafs sie nicht ohne grofse Schwierigkeit entfernt werden können. Die Wahl eines neuen Namens ist eine mifslichere Sache, als man im Allgemeinen anzunehmen scheint.

Gewöhnlich leitet man die Namen aus einer todten Sprache, der griechischen oder lateinischen, ab. Diefs hat den grofsen Vortheil, dafs sie, ohne Uebersetzung, in allen Sprachen angewandt werden können. Eine Hauptsache ist, dafs die Namen kurz seyen, damit sie in der Nomenclatur leicht gehandhabt werden können. So gut es ist, wenn bei Bildung neuer Namen den Anforderungen der Sprache, aus der man sie herleitet, genügt werden kann, so mufs man doch nicht so streng dabei verfahren, dafs zu lange oder mifsklingende Namen dadurch entstehen. Man kann lieber eine Abweichung von der Her-

Künftig dürften die organischen Oxyde in eine systematische Klassification gebracht werden, die für jetzt aus rein theoretischem Gesichtspunkt nur bei ganz wenigen möglich ist. Eine gröſsere Aufmerksamkeit auf die Zusammensetzung und Klassification der Radicale kann möglicherweise viel dazu beitragen. Als Beispiel will ich nur die fetten Säuren anführen, deren Radicale eine glei-

leitungsregel begehen, wenn nur der Name dadurch um eine Sylbe kürzer oder im Klange weniger hart wird. Es ist und bleibt immer eine richtige Regel, daſs dasjenige, was man öfters gebrauchen will, so bequem wie möglich zum Gebrauch eingerichtet werden muſs. Die Wahl von lateinischen oder griechischen Grundwörtern muſste durch eine Idee veranlaſst werden, welche keineswegs gleichgültig ist. Diese Idee hat die Absicht, daſs in dem neuen Namen ein gewisser Begriff liege, hergeleitet von dem Ursprung des Körpers, von einigen seiner ausgezeichneten Eigenschaften oder von einem anderen mit ihm verknüpften und den Namen leicht in's Gedächtniſs einprägenden Umstand. Diese Anforderungen dürfen nicht vernachlässigt werden. Gewiſs kann man neue und sogar wohlklingende Namen bilden, welche in keiner Sprache eine Bedeutung haben, die aber immer schwer zu behalten seyn werden, da kein Nebenumstand dem Gedächtniſs zu Hülfe kommt. Für einige wenige Namen wäre dieſs von geringer Bedeutung; allein in einer Wissenschaft, die in der Anzahl erforderlicher neuer Namen keine Gränze voraussehen kann, verdient es Berücksichtigung. Das Vermögen, die zur Wahl einer Benennung geeignetsten Grundbedingungen aufzufassen und darnach aus einer gewissen Sprache einen wohlklingenden Namen zu bilden, erfordert einen eigenen Kunst- und Sprachsinn, der nicht Jedem gegeben ist, und Naturforscher thun am besten sich dabei der Hülfe eines Philologen zu bedienen.

Nachdem die Hauptsylben des Namens gegeben sind, bleibt noch übrig mit der Endung zu bezeichnen, daſs er einem Radical angehöre. Für Radicale aus Kohle und Wasserstoff ist die nicht eben wohlklingende Endung *yl* in Gebrauch gekommen; für Radicale aus Kohle und Stickstoff hat der Zufall die Endung *an* im Cyan und Paraban gemeinsam gemacht (Mellon müſste in Mellan umgeändert zumal das Wort Melon eine andere allgemein bekannte Bedeutung hat); für Radicale aus Kohle, Stickstoff und Wasserstoff müſste man eine andere wählen, z. B. *en* (ène). So könnte man das Radical der Harnsäure *Lithen* nennen und die Säure *Lithensäure*, das des Harnstoffs *Uren* und den Harnstoff *Urenoxyd*.

che Anzahl Kohlen-Atome enthalten, aber im Wasserstoff von 1 bis 2, 3 u. s. w. Atome variiren [1]). Indefs fehlt es noch ganz und gar an Materialien zu solch einem systematischen Bau. Wir können nichts thun als dergleichen zum Nutzen der Zukunft fleifsig sammeln.

3) *Sulfurete.* Von diesen sind nur höchst wenige dargestellt, z. B. Schwefelformyl, Schwefelaethyl und Schwefelmethyl. Unzweifelhaft lassen sich noch viele andere hervorbringen, sobald man mehr, als es bisher geschah, Versuche deshalb anstellt.

4) *Chloride, Bromide* u. s. w., z. B. Aethylchlorür, mehre Chlorungsstufen des Acetyls und Formyls.

5) *Verbindungen organischer Oxyde, theils unter sich, theils mit unorganischen Oxyden*, z. B. essigsaures Aethyloxyd, ölsaures Glycerin, gerbsaures Albumin, pflanzensaure Salze u. m. a. Vermuthlich sind mehre organische Stoffe, die wir für jetzt als einfache Körper betrachten, Verbindungen zweier organischen Oxyde.

6) *Verbindungen organischer Oxyde mit organischen oder mit unorganischen Sulfureten*, z. B. kohlenschwefliges Aethyloxyd $= C^4H^{10}O + CS^2$ (Zeise's Xanthogensäure); Liebig und Wöhler's Schwefelbenzoyl $= C^{14}H^{10}S + 2C^{14}H^{10}O^3$ [2]).

7) *Verbindungen zwischen dem Oxyd eines organischen Radicals uud dem Chlorid, Bromid u. s. w. desselben oder eines anderen Radicals*, z. B. Liebig und Wöhler's Chlorbenzoyl $= C^{14}H^{10}Cl^2 + 2C^{14}H^{10}O^3$, analog der Verbindung von Chromsuperchlorid und Chromsäure, Chloral $= C^2H^2Cl + (\ddot{C} + CCl^2)$.

8) *Verbindungen von organischen Sulfureten entweder unter sich oder mit unorganischen Sulfureten*, z. B. das Senföl nach der, S. 300, in der Anmerkung angeführten Formel, Zeise's Mercaptan $= C^4H^{10}S + HS$.

1) Jahresbericht, 1838, S. 289.

2) Jahresbericht, 1838, S. 345.

Sowohl die in dieser Aufstellung angeführten Beispiele als die Abtheilungen hätten zahlreicher seyn können, wäre es meine Absicht gewesen hier mehr als eine Probe von Anordnung der organischen Zusammensetzungsformen in Uebereinstimmung mit den unorganischen zu geben.

Ich komme nun zu einer anderen höchst wichtigen Frage, die meines Wissens niemals aufgeworfen worden, und ohne deren Beantwortung die Kenntnifs von der Zusammensetzung der organischen Oxyde in vielen Fällen nicht zu einem bestimmten Resultat gebracht werden kann. Diese Frage ist: *Was die höchste Anzahl von Sauerstoffatomen sey, die in einem organischen Oxyde gefunden werden könne?*

Dafs die Anzahl nicht unbegränzt seyn könne, folgt aus der Lehre von den chemischen Proportionen. Untersuchen wir das Verhalten in der unorganischen Natur, so finden wir folgende Oxydationsreihe: R bedeutet Radical) $2R+O$, $R+O$, $2R+3O$, $R+2O$, $2R+5O$, $R+3O$, $2R+7O$, $R+4O$. Für die Kohle können wir hinzufügen: $3R+4O$ in der Mesoxalsäure, $5R+4O$ in der Krokonsäure, und $7R+7O$ in der Rhodizonsäure, wenn sich Thaulow's Analyse derselben bestätigt. Diese Reihe schliefst also mit 7 At. Sauerstoff, als die höchste in der unorganischen Natur bekannte Anzahl bei einem Oxyd. Man kann nun fragen: Geht in der organischen Natur die Reihe noch weiter? Giebt es $2R+9O$, $R+5O$, $2R+11O$, $R+6O$, $2R+13O$ u. s. w.?

Mit voller Zuverlässigkeit kann diese Frage nicht beantwortet werden. So lange die Zusammenfügungsweise der Atome des Radicals und des Sauerstoffs in den Oxyden noch ganz unbekannt ist, kann man sagen, dafs die organischen Radicale, welche aus einer Menge einfacher Atome bestehen, ein gröfseres Volum haben, und dadurch eine gröfsere Ausdehnung der Reihe über das

das letzte Glied in der unorganischen Natur veranlassen. Wenn diese Möglichkeit einerseits nicht übersehen werden darf, so mufs sie doch auch andererseits nicht ohne strengen Beweis angenommen werden. Ziehen wir das Verhältnifs bei den voluminösesten unter den bisher bekannten zusammengesetzten Radicalen zu Rathe, nämlich bei den fetten Säuren, welche auf 1 At. Säure ungefähr 100 einfache Atome enthalten können, so finden wir daselbst $2R+5O$, $2R+3O$, $R+4O$ und $R+5O$ [1]). Sie erreichen also nicht einmal das Maximum der Anzahl der Sauerstoffatome in der unorganischen Natur. Wir haben mithin keinen bestimmten Grund, aus der Gröfse der Atome der zusammengesetzten Radicale zu schliefsen, dafs die Anzahl der Sauerstoffatome in den organischen Oxyden das Maximum von dem übersteige, was wir bei den unorganischen finden. Es ist sehr recht, in einer Frage, welche für die Zusammensetzung der organischen Oxyde von so grofser Wichtigkeit ist, keine übereilten Schlüsse zu ziehen. Wir müssen also bei dem Schlusse stehen bleiben, dafs sieben die höchste positiv bekannte Anzahl Sauerstoffatome ist, welche in einem Oxyd enthalten seyn kann; und wenn dieser Schlufs auch nicht die Möglichkeit einer höheren Anzahl ausschliefst, so ist doch eine solche zweifelhaft, und erfordert, ehe sie angenommen wird, einen strengen Beweis.

Man könnte fragen: Was ist hier strenger Beweis? Dasselbe, was es für eine niedrigere Anzahl Sauerstoffatome ist, dafs ein Atom eines organischen Oxyds sich mit 1 At. einer organischen Basis verbindet, welche 1 At. Sauerstoff enthält. Wird dann die Verbindung neutral, so ist der Beweis vollkommen. Wenn z. B. eine organische Säure, in der 11 oder 13 At. Sauerstoff angenommen werden, mit 1 At. Kali oder Natron ein neutrales Salz liefert, so ist die Frage entschieden. Giebt

1) Jahresbericht, 1838, S. 283 bis 287.

sie dagegen eine saure Verbindung, so kann diese Thatsache doch ein halber Beweis seyn, da man aus der unorganischen Chemie weifs, dafs einige Säuren von 2 At. Radical und 5 At. Sauerstoff keine neutralen Verbindungen mit 1 At. Base geben, sondern basische mit 2 At. derselben.

Bei Beurtheilung der Zusammensetzung organischer Oxyde hat man bisher die Anzahl der Sauerstoffatome sehr hoch berechnet. So lange die Frage nicht ein unübersteigliches Maximum betraf, ist diefs eine natürliche Folge davon, dafs man die Atomenzahl suchte, welche sich den bei den Analysen angegebenen relativen Mengen der Bestandtheile möglichst näherte. Auf diese kann indefs keine Rücksicht genommen werden. Sie schliefsen entweder Multipla von Atomgewichten ein, oder Verbindungen von zwei organischen Oxyden oder Fehler in der Bestimmung des Gewichts eines oder mehrer Elemente bei der Analyse.

Ueberführender scheinen die Versuche zu seyn, welche in verschiedenen Verbindungen organischer Oxyde mit Bleioxyd und anderen Basen bei Erhitzung bis nahe 200° C., wobei, ohne eine Spur von Brenzung, Wasser fortgeht, organische Oxyde mit 9 und 11 Atomen Sauerstoff [1]) anzuzeigen scheinen, welche dem nächsten Fortsatz der unorganischen Oxydationsskale anzugehören scheinen. Diese Verbindungen sind dann aus solchen entstanden, welche, aus gewöhnlichem Gesichtspunkt betrachtet, sich, vor der Erhitzung, in der gewöhnlichen Oxydationsskale befanden, und von welchen 1 At. des organischen Oxyds mit 1 At. unorganischer Basis verbunden war, welche aber in dem nach der Erhitzung entstandenen Zustand, worin 1 At. des organischen Oxyds 9 oder 11 At. Sauerstoff enthaltend angenommen werden, nicht mehr als aus 1 At. organischen Oxyds und

1) *Sur la constitution des acides organiques, par* J. Liebig. (*Annales de chim. et de phys. T. LXVIII p.* 5.)

1 At. unorganischer Basis bestehend angesehen werden können, sondern als verbunden im ersten Fall mit 2 oder 4, und im letzteren Fall mit 3 oder mehren Atomen unorganischer Basis.

Denen, welche diefs Verhalten ohne alle vorgefafste Meinung betrachten, wird es scheinen, als wäre durch die Erhitzung und die Abscheidung des Wassers eine Umwandlung in dem organischen Oxyd vorgegangen und dessen primitiv normaler Zustand verändert worden. Die Erklärung, dafs das fortgegangene Wasser chemisch gebundenes gewesen sey, welches wie aus einem Salz von unzerstörbaren Bestandtheilen fortging, und dafs das organische Oxyd vor der Erhitzung 9 oder 11 At. Sauerstoff enthielt, und von nicht weniger als 2, 3 oder 4 Atomen einer 1 At. Sauerstoff enthaltenden unorganischen Basis neutralisirt werden konnte, scheint zu beweisen, dafs das organische Oxyd durch Umwandlung in zwei oder mehre neue zerfiel, deren Verbindungen mit dem unorganischen Oxyd nun gemengt oder chemisch vereinigt sind. Man hat sich mit der Erfahrung beruhigt, dafs der Zutritt von Wasser sie wieder in ihren früheren Zustand versetze, ohne weder zu versuchen, was durch wasserfreie Reagentien bewirkt werde, noch, ob nicht eine solche Wiederherstellung öfters ausbleibe. — In seiner gegenwärtigen Form kann also dieser Versuch nicht als ein Beweis über die Gränzen der Ausdehnung der Oxydationsskale angesehen werden.

Bei unseren Studien der organischen Körper und des darauf von Reagentien ausgeübten chemischen Einflusses haben wir unsere Aufmerksamkeit hauptsächlich auf ein gewisses dabei erzeugtes Product gerichtet, und dabei mehrentheils die Nebenproducte unberücksichtigt gelassen. Allmälig richtete man die Aufmerksamkeit auf mehre derselben, und zuletzt auf alle. Es sind eigentlich Wöhler und Liebig, welche dieses Studium begannen, zuerst bei der Cyansäure und deren Verbindun-

gen, darauf beim Bittermandelöl, und, nachdem diesem Stoffe währenddefs mehre folgten, haben sie in ihrer letzten gemeinsamen Arbeit über die Umwandlungen der Harnsäure eine ganz neue Abtheilung des Studiums der organischen Chemie, *die Lehre von den Umwandlungen der organischen Oxyde*, in's hellste Licht gesetzt. Es hat sich dabei gezeigt, mit welcher bewundernswürdigen Leichtigkeit das Wasser bei der Behandlung organischer Körper in und aus Verbindungen geht, das heifst mit andern Worten, dafs das Wasser nicht als solches, sondern als 1 At. Sauerstoff und 2 At. Wasserstoff in die Verbindungen eingeht, und dafs diese beiden Stoffe in dem nämlichen Verhältnisse aus demselben austreten, und sich im Augenblick der Abscheidung wieder zu Wasser vereinigen. Dabei entsteht aus dem organischen Oxyd ein anderes mit verändertem Radical, oder es entstehen zwei oder mehre andere Oxyde, theils mit zusammengesetztem, theils mit einfachem Radical. Sie haben erwiesen, dafs die Bestandtheile des Ammoniaks eben so in oder aus Verbindungen treten, und dabei der Wasserstoff des Ammoniaks oft zu Wasser oxydirt wird, entweder ganz und gar, oder zu 1 oder 2 Aequivalenten, so dafs entweder nur Stickstoff oder aufser diesem 1, 2 oder 3 Aequivalente Wasserstoff als Bestandtheile von den neuen Producten des umgewandelten organischen Oxyds aufgenommen oder von demselben ausgetrieben werden. Diese vortreffliche Arbeit kam gerade in dem Augenblick, wo man ihrer am meisten bedurfte, um uns einen Leitfaden in diesen verwickelten Fragen zu geben, über welche Wöhler und Liebig's vortrefflich ausgeführte Versuche einen bestimmten und deutlichen Ausspruch thun. Die Zeit ist folglich da, diesen Umwandlungen den höchsten Grad von Aufmerksamkeit zu schenken. Wenn es noch vor Kurzem zu einer geziemend strengen Vermeidung von hypothetischen Annahmen ge-

hören konnte, dafs wir ein oder das andere Atom Wasser, welches unter gewissen Umständen aus einem oder mehren zusammengesetzten Atomen eines organischen Oxyds, in denen wir keinen solchen Wassergehalt mit Recht vermuthen durften, ausgeschieden wurde, defsungeachtet nicht anders als abgeschiedenes chemisch gebundenes Wasser betrachteten; so ist das Verhälnifs nunmehr ein umgekehrtes. Die Erfahrung hat gezeigt, wie unvermuthet leicht in zahlreichen Fällen Sauerstoff und Wasserstoff aus organischen Oxyden abgeschieden und zu Wasser vereinigt, oder aus Wasser, nicht als solches, sondern als Wasserstoff und Sauerstoff aufgenommen werden; die Wahrscheinlichkeit zur neuen Bildung von Wasser in den erwähnten Fällen hat ein so grofses Uebergewicht erhalten, dafs die Annahme von fertigem und chemisch gebundenem Wasser schwerlich ohne ganz strenge Beweise gemacht werden kann.

Aus diesem Gesichtspunkt müssen nunmehr diese Versuche betrachtet werden, durch welche man das Daseyn organischer Oxyde mit 9, 11 und 13 At. Sauerstoff, die sich nicht mit weniger als 2, 3 oder mehren Atomen unorganischer Basis mit 1 At. Sauerstoff verbinden lassen, glaubte beweisen zu können. Dafs das umgewandelte Oxyd vom Wasser wieder hergestellt werde, hat, nach dem was wir gesehen, eben so viel Wahrscheinlichkeit, und beweist nichts. Es giebt ohne Zweifel eine grofse Zahl von Fällen, wo diese Wiederherstellung nicht stattfindet. Die Hervorsuchung eines einzigen solchen spricht hinreichend für die Erklärung der übrigen.

Ich werde nun einige Versuche beschreiben, die mir die Richtigkeit des Angeführten entscheidend zu beweisen scheinen. Das erste Beispiel einer solchen Umwandlung durch Wärme, welches die Aufmerksamkeit der Chemiker erregte, ist unter den Versuchen über die Zusammensetzung der Citronsäure enthalten, welche mir

die K. Academie die Ehre erzeigte in deren Denkschriften von 1832 einrücken zu lassen [1]). Ich hatte gefunden, dafs citronsaures Natron und citronsaures Baryt, bis zu 190° C. erhitzt, $\frac{1}{2}$ Atomgewicht Wasser verloren. Ich hielt dieses Wasser für gebildet auf Kosten der Bestandtheile der Säure, glaubte aber keine Erklärung davon geben zu können, da der Verlust ein Bruchtheil eines Atoms ausmachte. Das Wahrscheinlichste war, dafs dabei zwei Säuren gebildet würden, so dafs der Bruchtheil des Wasseratoms einem Atom von jedem derselben entspräche. Mehre Chemiker beschäftigten sich sodann mit der Auslegung dieser Erscheinung, besonders Liebig, Dumas und Pelouze. Der Umstand, dafs das verlorene Wasser wieder aufgenommen ward, wenn man das erhitzte Salz befeuchtete, leitete Alle ungefähr gleichzeitig zu der Erklärung, dafs diefs Wasser chemisch gebundenes sey, dafs das bis 190° C. erhitzte Salz die richtige Zusammensetzung der Citronsäure zeige, nämlich $C^{12}H^{10}O^{11}$, eine Formel, die entsteht, wenn man von $3C^4H^4O^4$ ein Atom Wasser abzieht, dafs aber diefs Salz die besondere Eigenschaft habe, 3 At. Basis zur Sättigung zu einem neutralen Salze zu bedürfen. Liebig entdeckte bald darauf eine Menge ähnlicher Fälle, z. B. bei den Salzen der Weinsäure, Mekonsäure, Komensäure u. s. w.

Bei Berichterstattung dieser theoretischen Ansichten in meinem der K. Academie am 1. März 1838 übergebenen Jahresbericht (p. 252) suchte ich alle Gründe zu entwickeln, welche mir zu beweisen scheinen, dafs diese Veränderungen wirkliche Umwandlungen (*Metamorphosen*) sind, und dafs die Art, auf welche man diese Erscheinung anders zu erklären gesucht habe, der Uebereinstimmung mit streng wissenschaftlichen Begriffen ermangele, welche bei Theorien, die zur Aufnahme in die Wissenschaft bestimmt sind, nicht bei Seite gesetzt wer-

1) Annalen, Bd. XXVII S. 281. *P.*

den dürfe. Es wäre überflüssig, hier wiederum alle diese Gründe anzuführen, die damals nur durch indirecte Beispiele unterstützt werden konnten. Die Erklärung, die ich für die Umwandlung der Citrate glaubte vorschlagsweise anführen zu können, war folgende: Ich habe durch Versuche bewiesen, dafs die wasserhaltige Citronsäure, wenn sie der Einwirkung einer allmälig gesteigerten Temperatur bis zur beginnenden Zerstörung ausgesetzt wird, eine andere nicht flüchtige Säure giebt, die in ihrem reinen Zustande vollkommen der Akonitsäure gleicht [1]). Hr. Dahlström hat in meinem Laboratorium einige vergleichende Untersuchungen mit diesen Säuren angestellt, und sie aus $C^4H^2O^3$ zusammengesetzt gefunden, oder gleich mit den flüchtigen Säuren, die Pelouze Maleïn- und Paramaleïnsäure genannt hat. Buchner d. J. [2]) hat Dahlström's Analyse der Akonitsäure bestätigt, und gezeigt, dafs sie andere Eigenschaften als die von Pelouze entdeckten Säuren hat; die von ihm beschriebenen akonitsauren Salze stimmen in ihren Eigenschaften mit denen überein, die von der durch Zersetzung der Citronsäure erhaltenen Säure bekannt sind, welche letztere wir, wenigstens für jetzt, Akonitsäure nennen können. Die Bildung der Akonitsäure bei Erhitzung von citronsaurem Wasser führt ungezwungen zur Vermuthung, dafs bei Erhitzung einer Verbindung der Citronsäure mit anderen Basen dieselbe Säure gebildet werde. Daraus schien es mir glaublich, dafs in diesen Fällen 3 At. Citronsäure $=3C^4H^4O^4$ ein Atom Wasser abgäben und sich in eine Verbindung von $C^4H^2O^3+2C^4H^4O^4$ verwandelten, die mit Basen ein Doppelsalz von zwei Säuren lieferte. Erhitztes citronsaures Natron wäre dann $\dot{Na}C^4H^2O^3+2\dot{Na}C^4H^4O^4$.

1) Lehrbuch der Chemie, von J. Berzelius. Dritte Auflage. Dresden und Leipzig 1833. Theil II S. 145.

2) Buchner's Repert. der Pharm. Zweite Reihe. Bd. XIII S. 145.

Das war meine Vermuthung. Offenbar erklärt sie wenigstens das Zahlenverhältnifs eben so einfach als die zuvor angeführte Ansicht. Es bleibt mir nur noch übrig diese Vermuthung zu beweisen.

Nachdem ich gefunden, dafs akonitsaures Natron (es ist hier immer nur von der künstlichen, aus der Citronsäure erzeugten Akonitsäure die Rede) sehr leicht löslich in Wasser ist und keine Neigung zum Krystallisiren hat, sondern eine körnige, schwer trocknende Masse bildet, versuchte ich, ob man nicht, wenn umgewandeltes citronsaures Natron in Wasser aufgelöst, dem freiwilligen Verdunsten ausgesetzt und dabei die Mutterlauge von Zeit zu Zeit von den Krystallen abgegossen werde, zuletzt akonitsaures Natron erhalten würde; allein die letzte Portion schofs eben so regelmäfsig an als die erste.

Ich verglich nun das Verhalten beider Salze zum Alkohol. Das citronsaure Natron ist ganz unlöslich sowohl in wasserfreiem Alkohol als in Alkohol von 0,833 spec. Gew. Akonitsaures Natron ist in wasserfreiem Alkohol fast ganz unlöslich, aber löslich, obgleich träglöslich, in dem von 0,833. Ich behandelte nun feinzerriebenes umgewandeltes citronsaures Natron zuerst mit wasserfreiem Alkohol; dieser hinterliefs, nach Abdestillation, eine Spur von Salz, welches akonitsaurem Natron glich. Der Rückstand wurde mit Alkohol von 0,833 übergossen und in die Wärme gestellt. Die Menge des Alkohols betrug ungefähr 200 Mal so viel als die des Salzes. Nach einer Stunde fand sich das Salz verwandelt in feine Schuppen. Es hatte Wasser aus dem Alkohol aufgenommen. Die Flüssigkeit wurde filtrirt und bis zum gröfsten Theil abdestillirt; dann dem freiwilligen Verdunsten überlassen, gab sie einen Rückstand, welcher durch's Eintrocknen durchsichtig wurde. Behandelt, mit kleinen gesonderten Quantitäten Alkohol, löste dieser einen Theil davon auf, und hinterliefs ein feinkörniges, in Wasser

leichtlösliches Salz, welches sich wie akonitsaures Natron verhielt. Aber dieser Rückstand betrug weit weniger als die Theorie voraussetzte. Es schien also, als habe das Waßer des Alkohols einen Theil des akonitsauren Natrons wieder zu citronsaurem hergestellt, während der dadurch weniger wasserhaltig gewordene Alkohol einen anderen Theil unverändert auflöste. Der Versuch gab eine Andeutung, aber keinen entscheidenden Beweis.

Ich versuchte nun, ob citronsaures Silberoxyd ein besseres Resultat liefern würde. Von diesem hat Liebig gezeigt, dafs es bei der gewöhnlichen Temperatur der Luft dieselbe Art von Umwandlung erleide wie die übrigen Citrate bei höherer Temperatur; und diesen Umstand betrachtet er als entscheinend zu Gunsten seiner Ansicht von der wahren Zusammensetzung der Citrate [1]). Es mag gerne eingeräumt werden, dafs eine solche Umwandlung in niedrigen Temperaturen bisher noch nicht beobachtet worden ist, und meines Wissens nicht bei einem Salz; allein dieser Umstand hat doch nicht die Kraft eines Beweises.

Betrachtet man mit Aufmerksamkeit die Bildung des citronsauren Silberoxyds, so wie es aus Lösungen neutraler, reiner Salze gefällt wird, so findet man, dafs es sich im ersten Augenblick weifs und voluminös niederschlägt. Wird ein Theil des gefällten Gemenges in die Wärme gestellt, so sinkt es zu einem schweren, körnigen, krystallinischen Pulver zusammen. Diefs ist umgewandeltes citronsaures Silberoxyd. Nach Trocknung an der Luft verliert es bei 100° C. nicht mehr als ein Tausendstel an Gewicht.

Läfst man den voluminösen Niederschlag bei gewöhnlicher Lufttemperatur mehre Tage in der Flüssigkeit oder setzt man ihn einem lange anhaltendem Waschen aus, so sinkt er eben so zu einem schweren Kry-

1) *Compt. rend.* 1838, *I*, *p*. 748.

stallmehl zusammen. Wäscht man ihn dagegen sogleich nach der Fällung aus, läfst das Wasser daraus aussaugen, indem man das Filtrum auf Fliefspapier legt, und trocknet ihn so schnell wie möglich im luftleeren Raum, so sinkt er nicht zusammen. Indefs verändert sich das Silbersalz doch etwas während des Trocknens, welches daher schnell geschehen mufs. 2,181 Grm. eines solchen, nach voller Austrocknung ein Paar Tage im luftleeren Raume gelassenen Salzes verloren, bis 100° C. erhitzt, 0,021 Grm. Wasser. In der Annahme, das Salz wäre $\dot{A}g + C^4 H^4 O^4$, würde es bei der Umwandlung 0,033 Grm. abgegeben haben. Ungefähr zwei Drittel des Salzes waren also getrocknet, ohne eine Umwandlung zu erleiden. Ich mufs bemerken, dafs die Temperatur im Zimmer ungefähr 10° C. war; in einer wärmeren Jahreszeit mag das Resultat anders ausfallen. Es ist indefs hieraus klar, dafs es ein Salz giebt, dessen Formel durch $\dot{A}g + C^4 H^4 O^4$ ausgedrückt werden kann, dafs aber dieses Salz sich im feuchten Zustand selbst bei gewöhnlichen Temperaturen leicht umwandelt, bei 60° C. sogar in wenigen Minuten.

Das umgewandelte citronsaure Silberoxyd wurde mit wasserfreiem Alkohol übergossen, dem concentrirte Salzsäure in einer zur Zersetzung des Silbersalzes nicht hinreichenden Menge zugefügt war. Das Gemenge wurde umgeschüttelt, bis der Alkohol eine saure Auflösung von salpetersaurem Silberoxyd nicht mehr trübte. Der Alkohol wurde gröfstentheils abdestillirt und der Rückstand eingetrocknet; es hinterblieb ein farbloser Syrup, der keine Zeichen zum Anschiefsen verrieth. Aufgelöst in Wasser, fällte sich eine Spur von citronsaurem Silberoxyd, welches abfiltrirt wurde. Abgedunstet in der Luft trocknete die Flüssigkeit zu einem farblosen Syrup ein, welcher im Laufe von Monaten nicht zum Anschiefsen gebracht werden konnte. Er glich nun vollkommen der nicht krystallisirenden Säure, welche man erhält, wenn

$\dot{\dot{H}}+C^4H^4O^4$ langsam geschmolzen wird, bis es einen Stich in's Gelbe bekommt.

Wird die nicht krystallisirende Säure mit kohlensaurem Natron gesättigt und an der Luft abgedunstet, so zeigt sich ein fremdes Salz eingemengt, welches nach dem Trocknen mit Alkohol von 0,833 ausgezogen werden kann. Das vom Alkohol Ungelöste, in Wasser gelöst, schiefst bis auf den letzten Tropfen als citronsaures Natron an, und das in Alkohol Lösliche verhält sich wie akonitsaures Natron, an Menge entsprechend der theoretischen Voraussetzung.

Diese Versuche beweisen also, dafs die Citronsäure in Verbindung sowohl mit Wasser als mit stärkeren Basen, bei einer gewissen höheren Temperatur, auf die Weise umgewandelt wird, dafs aus drei Atomen Citronsäure ein Atom Akonitsäure entsteht, deren Salz mit den unzerstörten zwei Atomen des citronsauren Salzes eine chemische Verbindung eingeht; und dieses Doppelsalz wird durch Wasser so zersetzt, dafs die Akonitsäure sich in Citronsäure umwandelt. Hievon macht indefs die Verbindung der Doppelsäure mit Wasser eine Ausnahme; darin wird die Akonitsäure nicht umgewandelt, und wenn man die Doppelsäure mit Natron sättigt, erhält sich die Akonitsäure, und deren Salz kann von dem citronsauren durch Alkohol abgeschieden werden. Diese Auslegung wäre meiner Meinung nach für die Entscheidung im Allgemeinen ganz hinreichend. Allein ich habe hier noch ein anderes interessantes Beispiel anzuführen.

Liebig hat gefunden, dafs wasserfreies weinsaures Antimonoxyd-Kali, bis 190° C. erhitzt, 2 Atome Wasser verliert. Wenn von $\dot{K}C^4H^4O^5+\dddot{Sb}C^4H^4O^5$ zwei Atome Wasser fortgehen, mufs $\dot{K}C^4H^2O^4+\dddot{Sb}C^4H^2O^4$ übrig bleiben. Bei Zutritt von Wasser wird das umgewandelte Salz wieder hergestellt. Diese Erklärung ist so einfach, dafs sie von selbst einleuchtet. Dumas hat zur Erklärung dieses Versuchs eine andere Theorie ge-

macht, welche er für noch einfacher hält [1]). Die Weinsäure ist, nach ihm, eine Wasserstoffsäure, bestehend aus einem zusammengesetzten Salzbildner $= C^8 H^4 O^{12}$, verbunden mit 4 Aequivalenten Wasserstoff. Wenn diese mit Kali zu einem neutralen Salz gesättigt wird, so oxydiren sich 2 Aequivalente Wasserstoff auf Kosten von 2 At. Kali, und das Neutralsalz besteht aus

$$2\dot{K} + 2\dot{H} + C^8 H^4 O^{12}.$$

Im *Tartarus antimonialis* sind diese 2 Aequivalente Wasserstoff ersetzt durch 2 At. Antimon. Die Einfachheit dieser Theorie besteht darin, dafs sie erklärt, weshalb unter den einfachen und doppelten Salzen der Weinsäure, die weinsauren Antimon-Doppelsalze die einzigen sind, welche diese Umwandlung erleiden, was auch der Fall zu seyn scheint. — Wenigstens habe ich gefunden, dafs z. B. weinsaures Kalinatron, welches in wasserfreier Luft von so viel Wasser befreit worden, als es verlieren kann, ein Atom zurückhält, welches es bei 130° C. verliert, und darüber hinaus verliert es nichts bis es anfängt sich zu bräunen.

Das umgewandelte weinsaure Antimonoxydkali, in wasserfreiem Alkohol mit Schwefelwasserstoff zersetzt (was sehr träg und langsam geschieht) und nachher mit wasserfreiem Alkohol ausgekocht, giebt eine gelbe Lösung, die Schwefelantimon aufgelöst enthält. Nach Abdestilliren des Alkohols im Wasserbad bleibt eine gummiähnliche Masse, gemengt mit gefälltem Schwefelantimon. Wenn diese in ein Wenig kalten Wassers aufgelöst und vom Schwefelantimon abfiltrirt wird, so kann die Lösung, auf Uhrgläser vertheilt, bei 80° C. abgedunstet werden; es bleibt ein durchsichtiges, farbloses, gummiähnliches, in Wasser leichtlösliches Salz, welches sauer schmeckt, stark auf Lackmuspapier reagirt, beim Glühen ganz wie Cremor tartari riecht und kohlensaures Kali zum Rückstand giebt. Aufgelöst in Wasser und der freiwilligen Verdunstung überlassen, schiefst allmälig

1) *Compt. rend.* 1837, *II*, *p.* 863. (Ann. Bd. XXXXII S. 445.)

ein Salz an, welches Cremor tartari gleicht, es aber nicht ist.

Man erhält indefs auf ein Mal nicht grofse Quantitäten von diesem Salze, weil die Verwandlung des Antimonoxyds in Schwefelantimon gerade so viel Wasser giebt, als zur Wiederherstellung der Weinsäure und zur Bildung von deren saurem Kalisalz erfordert wird, weshalb also während des Versuchs viel Cremor tartari wieder hergestellt wird. Die Erklärung scheint sehr einfach. Die Gegenwart des Antimonoxyds bedingt bei einer gewissen höheren Temperatur katalytisch die Umwandlung der Weinsäure. Ein Einflufs, welchen gewöhnliche Basen nicht ausüben. Eine neue Säure, $C^4H^2O^4$, entsteht, welche dasselbe Radical hat, wie die Akonitsäure, aber ein Atom Sauerstoff mehr enthält, eben so wie Citron- und Weinsäure gleiches Radical enthalten, die letztere aber ein Atom Sauerstoff mehr einschliefst als die erstere. Ich habe mehre Versuche gemacht, diese Säure in etwas gröfserer Menge zu erhalten; allein sie glückten nicht nach Wunsch, weil jede Methode, deren man sich zur Abscheidung der Säure bedienen kann, mit dem Antimonoxyd mehr Wasser erzeugt, als zur Verwandlung der Säure in weinsaures Wasser erforderlich ist.

Antimonoxyd wurde in Weinsäure gelöst und die Lösung durch Alkohol gefällt. Der Niederschlag ist $=\dddot{Sb}\ddot{T}+\dot{H}$; nach dem Trocknen im luftleeren Raum verliert er bei 110° C. das Krystallwasser, und bei 190° noch ein Atom Wasser. Dann ist er $=\dddot{Sb}+C^4H^2O^4$. Zersetzt man ihn nun in Alkohol durch Schwefelwasserstoff, so erhält man nicht eine Spur der neuen Säure. Die Ursache ist klar; es wird anderthalb Mal so viel Wasser erzeugt als zur Hervorbringung von wasserhaltiger Weinsäure erfordert wird.

Diefs früher noch nicht dargestellte weinsaure Antimonoxydsalz löst sich sogleich und ohne Rückstand in Lösungen von weinsaurem Kali oder weinsaurem Natron,

und giebt dabei die bekannten Doppelsalze; allein es ist unlöslich in Wasser, und kann also nach Abfiltration der Mutterlauge, damit gewaschen werden.

Weinsaures Antimonoxyd-Bleioxyd enthält kein chemisch gebundenes Wasser, und verliert bei ungefähr 190° C. zwei Atome Wasser. Mit Schwefelwasserstoff in Alkohol gab es nur Weinsäure. Es wurde auch mit höchst concentrirter Schwefelsäure behandelt, die tropfenweise in einen Glaskolben geschüttet, in diesem gegen die Feuchtigkeit der Luft verwahrt, wohl umgerührt und einige Zeit mit einem Ueberschufs des Salzes stehen gelassen wurde. Darauf wurde die Säure mit wasserfreiem Alkohol ausgezogen, dieser abgedunstet, der Rückstand mit Wasser verdünnt, mit kohlensaurem Baryt gesättigt, filtrirt und abgedunstet; es hinterblieb eine kleine Portion von dem Barytsalz der neuen Säure in Form einer klaren, glasigen, nicht angeschossenen Masse. Das meiste wird indefs durch gleiche Behandlung aus dem Kalisalz erhalten, aber die Quantitäten bleiben immer klein, und zeigen daneben einen nicht unbedeutenden Gehalt von der von Fremy entdeckten Abänderung der Weinsäure, so dafs daraus kein sicheres Resultat erhalten werden konnte.

Payen hat gefunden, dafs eine Verbindung von Stärkmehl mit Bleioxyd, getrocknet bei 130° C., aus $\dot{Pb} + C^6 H^{10} O^5$ besteht, dafs aber diese Verbindung, bis 180° C. erhitzt, auf 2 At. Stärkmehl-Bleioxyd 1 Atom Wasser verliert, gelb wird und sich in $2\dot{Pb} + C^{12} H^{18} O^9$ verwandelt, woraus ihm zu folgen scheint, dafs das Stärkmehl aus $C^{12} H^{18} O^9$ bestehe und 2 Atome Bleioxyd sättige.

Ich habe das Stärkmehl-Bleioxyd nach Payen's Vorschrift bereitet und bei 130° C. getrocknet. Als es dann unter Wasser mit Kohlensäure zersetzt wurde, konnte eine Spur von Dextrin daraus ausgezogen werden. 6 Grm. des bei 130° C. getrockneten Stärkmehl-Bleioxyds wurden bis 175° C. erhitzt, und in dieser

emperatur erhalten bis es durch und durch gelb georden. Es war blafs citronengelb und begann diese irbe über 160° C. schwach anzunehmen. Es hatte)275 Grm. an Gewicht verloren, also nur einen geigen Bruchwerth von dem, was es nach Payen's Verch verlieren sollte.

Unter Wasser mit Kohlensäuregas zerlegt, gab es ne gelbliche trübe Flüssigkeit, aus welcher Alkohol ärkegummi in Menge fällte. Das Ungelöste war gelb, d gab mit verdünnter Schwefelsäure in gelinder Wärme ie gelbe, in's Braune neigende Lösung, mit Hinterlasng eines schwefelsauren Bleioxyds, welches getrocknet h auch gefärbt erwies.

Bei Erhitzung von Stärkmehl-Bleioxyd entsteht also chts, was einer Umwandlung des Stärkmehls analog ire, und der geringe Wasserverlust entspringt aus dem isten des Stärkmehls, wodurch die Verbindung gefärbt rd.

Peligot hat eine ähnliche Angabe über die Verndung des Rohrzuckers mit Bleioxyd gemacht. Gecknet bei 130° C. besteht sie aus $\dot{P}b + C^6H^{10}O^5$, er bis 170°. C. erhitzt, verliert sie auf 1 At. der Verndung 1 At. Wasser und hinterläfst $2\dot{P}b + C^{12}H^{18}O^9$. iraus zieht Peligot den Schlufs, dafs der Zucker, eich dem Stärkmehl, aus $C^{12}H^{18}O^9$ bestehe, d. h. eselbe procentische Zusammensetzung wie die Essigire habe.

Peligot fand überdiefs, dafs der Rohrzucker, erzt bis 180° C., Wasser verliere und sich in einen fliefslichen Zucker verwandle, welchen er Caramel nnt, aber unser gewöhnliche Syrup im Zustand der einheit ist. Auf diesen Gedanken scheint er aber nicht kommen zu seyn; denn er fand dieselbe Art Zucker der Bleioxyd-Verbindung, ungeachtet er den Caral bei der Analyse aus $C^{12}H^{18}O^9$ zusammengesetzt

fand, d. h. ganz gleich mit dem Rückstand in der erhitzten Bleioxyd-Verbindung.

Ich habe Peligot's Versuche wiederholt, mit Rohrzucker, der in Alkohol umkrystallisirt war, um ihn ganz von anhängendem Syrup zu befreien. Der Zucker wurde mit fein zerriebenen, absolut reinem Bleioxyd durch Digestion verbunden, die Verbindung mit der nöthigen Vorsicht gewaschen, und getrocknet, erst im luftleeren Raum, dann bei 100° C. in einem Luftstrom, der, um ihn von Kohlensäure zu befreien, durch ätzendes Kali geleitet worden war. 5,05 Grm. des Zuckerbleioxyds wurden darauf in einem gewogenen Glasgefäfs im Oelbade erhitzt, während ein durch ein mit Kalihydrat-Stücken gefülltes Rohr geleiteter Luftstrom langsam durchgetrieben wurde. Als das Thermometer 160° C. zeigte, fing Wasser in Menge an sich zu entwickeln. Während des gröfsten Theils der Wasserentwicklung stand das Thermometer zwischen 160° und 165° C., und als sie anfing abzunehmen stieg es auf 169° C., und blieb darauf stehen, bis kein Wasser sich mehr zu bilden schien. In keinem Augenblick stieg die Temperatur des Bades auf 170° C. Die Verbindung hatte 0,119 Grm. Wasser verloren; berechnet nach 1 At. Wasser auf 2 At. Zuckerbleioxyd, sollte es 0,115 verloren haben; Peligot's Angabe wird also hiedurch vollkommen bestätigt.

Das Zuckerbleioxyd wurde zerlegt, eine Portion durch Kohlensäuregas, eine andere durch Schwefelwasserstoff, beide unter Wasser. Die Flüssigkeit war bei beiden von gleicher Beschaffenheit, farblos, wurde aber beim Abdampfen im Wasserbade schwach gelb, und hinterliefs eine Masse, die von krystallisirbarem Rohrzukker so vollkommen frei war, dafs sie nach langem, d. h. sieben bis acht tägigen, Stehen an einer lauen Stelle nicht die geringste Anzeige von Krystallisation entdekken liefs, und als sie darauf in Alkohol von 0,833 gelöst und daraus mit Aether niedergeschlagen wurde, sammelte

melte sich der Niederschlag allmälig als Syrup in wasserklaren Tropfen, in welchen sich auch nach vielen Wochen keine Krystalle bildeten.

Das Zuckerbleioxyd verwandelt sich also bei Erhitzung bis zu 160° oder 170° C. in eine Verbindung von Caramel mit Bleioxyd, und der Rohrzucker wird, bei Zersetzung dieser Verbindung, nicht wieder hergestellt vom Wasser. Ist Caramel $C^4H^6O^3$, so kann die Formel der Verbindung durch $2\dot{Pb}+3C^4H^6O^3$ ausgedrückt werden. Ich habe bestätigt gefunden, was Mulder angegeben, dafs der Schmelzpunkt des Zuckers nicht 180° C. ist, wie Peligot behauptet, sondern zwischen 160° und 161° C. liegt. Dabei verliert der Zucker wenig mehr als 0,001 seines Gewichts, wird blafsgelb, klar und durchsichtig; allein aufgelöst in Wasser erhält man ihn nicht wieder angeschossen, und blieb ein Theil desselben ungeschmolzen, so schiefst dieser in feinen weifsen Körnern an. Der Rest bleibt, Monate lang in Temperaturen von 40° bis 80° C. gehalten, fortwährend klar, gelblich und weich. Daraus folgt also, dafs der Zucker beim Schmelzen eine Umwandlung erleidet. Die Verhältnisse der Bestandtheile bleiben dieselben, aber von 1 At. $(\dot{\bar{H}}+2C^6H^{10}O^5)$ erhält man 3 At. $(\dot{\bar{H}}+C^4H^6O^3)$, welche Verbindung, nach Peligot's Analyse, bei 180° C. wasserfrei wird.

Machen wir nun hievon eine Anwendung auf andere Theile von Peligot's vortrefflicher Untersuchung des Zuckers, so ergiebt sich leicht, wie alle seine Ansichten von der Zusammensetzung vereinfacht werden. Peligot hat eine Verbindung von Rohrzucker mit Baryterde entdeckt und zerlegt, die nach seiner Ansicht über die Zusammensetzung des Zuckers aus

$$\dot{Ba}+C^{12}H^{18}O^9+2\dot{\bar{H}}$$

bestehen würde. Diese Verbindung erträgt 200° C., ohne sich zu verändern oder ihr Wasser zu verlieren. Bei

2 At. chemisch gebundenen Wassers in einer neutralen Verbindung ist es unerklärlich, warum nicht ein oder beide Atome Wasser in einer so hohen Temperatur fortgehen. Ist aber der Zucker $C^6H^{10}O^5$, so besteht die Verbindung aus $\dot{Ba}C^6H^{10}O^5 + \dot{H}C^6H^{10}O^5$, d. h. ist ein Doppel-Saccharat von Baryt und Wasser, analog den sauren Salzen, z. B. dem Cremor tartari; und es giebt keinen gröfseren Grund zur Vermuthung, dafs es das basische Wasser vor der beginnenden Zersetzung des Zukkers abgebe, als dafs das Wasser vor beginnender Zersetzung der Weinsäure aus dem Cremor tartari ausgetrieben werde.

Mögen diese Beispiele genügen, das allgemeine Verhalten dieser Umwandlungen zu erläutern. Ich bin überzeugt, dafs man, wenn man alle übrigen, besonders die von Liebig und einigen seiner Zöglinge angeführten Fälle dieser Art gehörig untersucht, statt blofs berechnet, ganz leicht zur Entdeckung einer Menge bei diesen Versuchen neugebildeter, zuvor unbekannter Körper geführt werden werde.

V. *Ueber den Mineralkermes;*
von Heinrich Rose.

s ist gewifs auffallend, dafs bei dem jetzigen Standnkt der Chemie verschiedene Meinungen über die Zummensetzung des Kermes bestehen können, nachdem mehr als andere pharmaceutische Präparate des Antims, besonders in neueren Zeiten, untersucht worn ist.

Es sind zwei verschiedene Ansichten über die Na: des Mineralkermes aufgestellt worden. Nach der ein ist derselbe in seiner Zusammensetzung von dem wöhnlichen Schwefelantimon, SbS^3, wesentlich nicht rschieden; nach der andern enthält derselbe neben hwefelantimon noch eine bedeutende Menge von Anionoxyd.

Die letztere Ansicht wird von den meisten Chemirn angenommen, und ist, aufser von Gay-Lussac, obiquet, Buchner, Henry d. j., Geiger, Duflos, randes, Biermann, Pagenstecher und andern, sonders zuletzt von Liebig vertheidigt und durch viele ersuche bestätigt worden [1]). Einige Chemiker, und mentlich Liebig, nehmen im Mineralkermes denseln Gehalt von Antimonoxyd an, wie in dem in der itur vorkommenden Rothspiefsglanzerze, das, nach eir Untersuchung von mir, aus 1 Atom Antimonoxyd d 2 Atomen Schwefelantimon ($\dddot{Sb}+2SbS^3$) besteht [2]).

Die andere Ansicht, dafs der Mineralkermes in seir Zusammensetzung wesentlich nicht von dem gewöhn-

1) Annalen der Pharmacie, Bd. VII S. 1 — Handbuch der Pharmacie, von Geiger, neu bearbeitet von Liebig, Bd. 1 S. 465.

2) Poggendorff's Annalen, Bd. III S. 452.

lichen Schwefelspiefsglanz verschieden sey, ist vor längerer Zeit von Berzelius aufgestellt [1]), und durch einige Untersuchungen von mir bestätigt worden [2]). Da diese Versuche mit denen der meisten Chemiker, welche sich mit diesem Gegenstande beschäftigt haben, im Widerspruche stehen, so habe ich sie schon vor längerer Zeit wiederholt, und sie bestätigt gefunden. In neuerer Zeit sind diese älteren Arbeiten mannigfaltig abgeändert von mir einer neuen Untersuchung unterworfen worden.

Ich hatte in früheren Zeiten nur den Kermes untersucht, der durch Kochen von fein gepulvertem Schwefelantimon in einer Auflösung von kohlensaurem Kali oder Natron erhalten worden war. Wenn derselbe auch nicht wesentlich sehr verschieden von den Arten ist, die auf andere Weise bereitet worden sind, so finden doch bei dieser verschiedenen Bereitung verschiedene Umstände statt, die Erwähnung verdienen.

I. Kermes, durch Kochen von Schwefelantimon in einer Auflösung von kohlensaurem Alkali erhalten.

Das Antimon hat in seinen Verbindungen die meiste Analogie mit dem Arsenik. Der gröfste Unterschied, der zwischen den Antimon- und den entsprechenden Arsenikverbindungen stattfindet, besteht darin, dafs die Oxyde des Arseniks weit auflöslicher im Wasser als die des Antimons sind, und dafs das Schwefelarsenik sich in Alkalien und den Schwefelverbindungen der alkalischen Metalle leichter auflöst, als das Schwefelantimon, was davon herrührt, dafs ersteres leichter noch Schwefelsalze bildet, als letzteres.

1) Schweigger's Jahrbuch, Bd. IV S. 58.

2) Poggendorff's Annalen, Bd. III S. 448 und Bd. XVII S. 324.

Alle Chemiker sind gewifs derselben Meinung, wie eine Auflösung von Schwefelarsenik, AsS^3, in kohlensauren Alkalien betrachtet werden müsse. Ein Theil des Schwefelarseniks und des Alkalis haben sich gegenseitig zersetzt, und unter Entbindung von Kohlensäuregas arsenichte Säure, so wie alkalisches Schwefelmetall erzeugt; letzteres hat eine gewisse Menge des Schwefelarseniks aufgelöst, damit ein auflösliches Schwefelsalz bildend, und die arsenichte Säure hat sich mit Kali verbunden. Das Schwefelarsenik löst sich leicht in der Auflösung des alkalischen Schwefelmetalls auf, und in der Wärme in etwas gröfserer Menge als in der Kälte; aus einer concentrirten heifsen Auflösung des Schwefelarseniks in der Auflösung des kohlensauren Alkalis setzt sich daher beim Erkalten Schwefelarsenik ab; doch die Menge desselben ist nicht bedeutend, und hat man kein Uebermaafs von Schwefelarsenik angewandt, so bleibt die Auflösung beim Erkalten klar, zumal da auch die arsenichte Säure leicht vom Alkali aufgenommen wird. Wird die Auflösung durch eine Säure zersetzt, so ist der Schwefelwasserstoff aus dem zersetzten alkalischen Schwefelmetall gerade hinreichend, um mit der arsenichten Säure Schwefelarsenik zu bilden, und es scheidet sich daher durch die Säure die ganze Masse des angewandten Schwefelarseniks aus, ohne dafs sich Schwefelwasserstoffgas aus der Flüssigkeit entwickelt.

Gerade dieselben Erscheinungen, nur mit gewissen Modificationen, finden statt, wenn Schwefelantimon mit Alkalien, und zwar mit kohlensauren, behandelt wird. Es bildet sich alkalisches Schwefelmetall, das Schwefelantimon zu einem Schwefelsalze auflöst, und das der arsenichten Säure entsprechende Oxyd des Antimons, Sb. Der Unterschied zwischen der Auflösung des Schwefelantimons und der des Schwefelarseniks in einer alkalischen Flüssigkeit besteht besonders darin, dafs das alkalische Schwefelmetall geringere Mengen von Schwefel-

antimon als von Schwefelarsenik, und beim Kochen ungleich mehr auflöst, als es beim Erkalten aufgelöst erhalten kann. Beim allmäligen Erkalten scheidet sich daher dieser Ueberschufs als Kermes aus. Ein zweiter Hauptunterschied aber besteht noch darin, dafs das Antimonoxyd bei weitem schwerlöslicher in Alkalien, besonders in kohlensauren, als die arsenichte Säure ist.

Man nimmt gewöhnlich an, dafs das Antimonoxyd mehr die Rolle einer Säure, wenn auch einer schwachen, spiele, als die einer Base. Man wird auch in der That zu dieser Annahme unwillkührlich geleitet, wenn man die grofse Reihe der in der Natur vorkommenden, gröfstentheils sehr schön krystallisirter Schwefelsalze übersieht, welche das dem Antimonoxyd analog zusammengesetzte Schwefelantimon mit mehreren basischen Schwefelmetallen, dem Schwefelsilber, dem Schwefelkupfer, dem Schwefelblei, dem Schwefeleisen und dem Schwefelzink, bildet; denn man nimmt es als eine ziemlich allgemeine Regel an, dafs nur die Schwefelmetalle Schwefelsalze bilden können, deren entsprechend zusammengesetzte Oxyde Säuren sind.

Aber schon die arsenichte Säure, als Säure betrachtet, ist eine äufserst schwache Säure. Sie bildet zwar mit mehreren basischen Metalloxyden unlösliche Niederschläge, in welchen sie den sauren Bestandtheil ausmacht, sie löst sich auch sehr leicht in alkalischen Auflösungen auf; aber wir kennen keine Verbindungen derselben mit den Alkalien nach bestimmten Verhältnissen, und noch weniger im krystallisirten Zustande. Noch weit indifferenter gegen Basen, namentlich gegen alkalische, verhält sich das Antimonoxyd. In einem Ueberschusse von ätzendem Kali löst sich das frisch gefällte Oxyd auf, und auch in einer, freilich weit gröfseren Menge einer Auflösung von kohlensaurem Natron, leichter noch in einer Auflösung von kohlensaurem Kali kann frisch gefälltes Antimonoxyd aufgelöst werden, aber wenn man dasselbe

mit weniger Alkali behandelt, als zur vollständigen Auflösung desselben nothwendig ist, so nimmt es, nach Varrentrapp's Untersuchungen, gegen die allgemeine Annahme, sehr wenig davon auf, und hat man es alsdann mit Wasser lange und anhaltend ausgewaschen, so enthält es ungefähr nur 1 Procent Alkali, von welchem geringen Gehalte an Alkali es daher höchst ungewifs ist, ob er ein wesentlicher sey oder nicht.

Aus diesem Verhalten des Antimonoxyds gegen Auflösungen von Alkalien ergiebt sich nun unzweideutig, in welchen Fällen man durch Kochen von Schwefelantimon in einer Auflösung von kohlensaurem Alkali oxydfreien und oxydhaltigen Kermes erhält. Hat man wenig Schwefelantimon und viel kohlensaures Alkali angewandt, so erhält man zwar eine sehr geringe Ausbeute, aber der erhaltene Kermes ist völlig oxydfrei; denn das gebildete Antimonoxyd bleibt vollständig in der grofsen Menge des unzersetzten kohlensauren Alkalis aufgelöst. Hat man hingegen ein umgekehrtes Verhältnifs angewandt, so ist oft die Menge des kohlensauren Alkalis nicht hinreichend, alles Antimonoxyd in der Kälte aufgelöst zu erhalten, und ein Theil desselben scheidet sich mit dem Kermes beim Erkalten der Flüssigkeit aus. Es versteht sich, dafs durch Aussüfsen mit Wasser dieser Kermes nicht oxydfrei dargestellt werden kann, da das Antimonoxyd nur in der alkalischen Auflösung, nicht im Wasser auflöslich ist.

Aber es ist klar, dafs der Kermes, der auf diese Weise oxydhaltig geworden ist, nur mechanisch mit dem Antimonoxyde gemengt ist, und nicht eine chemische Verbindung mit demselben bildet. Obgleich Schwefelantimon und Antimonoxyd sich mit einander verbinden, und mehr Verwandtschaft zu einander zu besitzen scheinen, als sonst ein Schwefelmetall gegen das ihm entsprechend zusammengesetzte Oxyd desselben Metalles zu äufsern pflegt, so findet die Verbindung beider erst bei

höherer Temperatur, beim Schmelzen, und nicht auf nassem Wege statt.

Die Resultate der Versuche bestätigten mir diefs vollkommen. Man hat mehrere Methoden, sich von der Reinheit so wie von dem Oxydgehalt des Kermes zu überzeugen. Die einfachste und sicherste Methode ist die mikroskopische Untersuchung. Ist der Kermes vermittelst eines Ueberschusses von kohlensaurem Alkali bereitet worden, so sieht man deutlich durch das Mikroskop, dafs es nur aus rothen oder braunrothen körnigen Massen besteht, und frei von fremdartigen Körpern ist. Fast alle auf nassem Wege erzeugte unlösliche Schwefelmetalle erscheinen unter dem Mikroskop als ähnliche körnige Massen.

Ist hingegen eine geringere Menge von kohlensaurem Alkali bei der Bereitung des Kermes angewandt worden, so besteht zwar derselbe bei der mikroskopischen Untersuchung aus denselben rothen körnigen Massen, aber gemengt mit einer gröfseren oder geringeren Menge von deutlichen Krystallen. Diese erscheinen gewöhnlich als sechsseitige Säulen mit Zuspitzungen, theils als feine Nadeln. Sie sind ungleich vertheilt unter der körnigen Masse, und selbst bei der oberflächlichsten Untersuchung wird Jeder sie für einen Gemengtheil derselben halten müssen.

Die gröfste Menge von kohlensaurem Alkali, die ich bei der Bereitung des Kermes anwenden mufste, um ihn noch oxydhaltig zu bekommen, waren gleiche Theile wasserhaltiges krystallisirtes kohlensaures Natron und gewöhnliches reines Schwefelantimon im fein geschlämmten Zustande. Nahm ich von jedem 2 Loth, so erhielt ich ungefähr nur etwas mehr als 1 Gramm Kermes als Ausbeute, indessen die gröfste Menge des Schwefelantimons blieb beim Kochen ungelöst. Die Menge der Krystalle des Antimonoxyds im Kermes war bei dieser Menge des kohlensauren Alkalis sehr gering.

Soll der Kermes oxydfrei seyn, so mufs die Menge des kohlensauren Alkalis erhöht werden. Es ist aber dann auch rathsam, nach dem Erkalten den Kermes nicht zu lange mit der überstehenden Flüssigkeit in Berührung zu lassen, weil durch langes Stehen Krystalle von Antimonoxyd sich aus derselben ausscheiden, und sich mit dem Kermes mengen.

Es ist leicht möglich, dafs Liebig bei seinen Untersuchungen einen oxydhaltigen Kermes erhalten hat, selbst wenn er eine weit gröfsere Menge des kohlensauren Alkalis, als die angeführte, nahm. Er nahm aber zu seinen Versuchen ein künstlich bereitetes Schwefelantimon, durch Fällung einer Antimonoxydauflösung vermittelst Schwefelwasserstoffgas erhalten, das bei weitem leichter von der Auflösung des kohlensauren Alkalis angegriffen wird, als das geschmolzene, fein gepulverte Schwefelantimon, das ich bei allen diesen meinen Untersuchungen anwandte.

Das mit dem Kermes gemengte Antimonoxyd ist, wie schon oben angeführt, nur mit einer geringen Menge Alkali verbunden.

Ich habe, sowohl bei Anwendung von kohlensaurem Kali, als auch bei der von kohlensaurem Natron, oxydfreien Kermes erhalten. Die Anwendung von ersterem Alkali ist in sofern vorzuziehen, als in der Auflösung desselben das Antimonoxyd leichter auflöslich ist, als in der des kohlensauren Natrons.

Eine zweite Methode, sich von der Reinheit des Kermes zu überzeugen, ist die, eine kleine Menge desselben in einer Atmosphäre von Kohlensäuregas zu schmelzen. Giebt die geschmolzene Masse ein Pulver von schwarzer Farbe, so ist der Kermes oxydfrei; denn ein oxydhaltiger Kermes giebt nach dem Schmelzen ein Pulver, das mehr oder weniger einen Stich in's Röthliche oder Bräunliche hat. Es ist hierbei nöthig, wie das sich zwar von selbst versteht, indessen durchaus auf's Genau-

ste beobachtet werden mufs, dafs das angewandte Kohlensäuregas vollkommen frei von atmosphärischer Luft sey.

Durch diese Probe kann man sich indessen nicht so vollkommen von der gänzlichen Abwesenheit des Oxydes überzeugen, wie durch das Mikroskop. Ein Kermes, in welchem ich durch dasselbe noch deutlich einige, wenn auch nur wenige Krystalle von Antimonoxyd bemerken konnte, gab nach dem Schmelzen in Kohlensäuregas ein Pulver, in welchem ich nicht mit Sicherheit einen Stich in's Röthliche bemerken konnte.

Die Methode, durch Kochen mit Weinstein und Wasser einen Kermes auf einen Gehalt von Oxyd zu untersuchen, ist in gewisser Hinsicht unsicher. Aus reinem geschmolzenen, und darauf sehr fein gepulverten Schwefelantimon und aus jeder Verbindung, welche dasselbe enthält, wird durch Kochen mit einer Weinsteinauflösung eine Spur von Antimonoxyd aufgelöst, so dafs in der abfiltrirten Flüssigkeit durch Schwefelwasserstoffwasser eine rothe Färbung entsteht. War indessen in der Antimonverbindung wirklich Antimonoxyd enthalten, und kocht man dieselbe nach dem Aussüfsen im noch feuchten Zustand mit Weinstein und Wasser, so erhält man in der abfiltrirten Flüssigkeit einen sehr reichlichen Niederschlag von Schwefelantimon vermittelst Schwefelwasserstoffwasser. Wird aber diese Verbindung getrocknet angewandt, so löst Weinsteinauflösung nicht viel mehr Antimon davon auf, wie aus reinem Schwefelantimon. — Der oxydfreie Kermes verhält sich gegen Weinsteinauflösung auch im feuchten Zustande wie reines Schwefelantimon.

Ich habe indessen noch die überzeugendste Methode angewandt, um die Zusammensetzung des Mineralkermes zu bestimmen, die der quantitativen Analyse.

Ich wandte hierzu gut ausgesüfsten Kermes an, welcher durch Kochen des Schwefelantimons vermittelst einer Auflösung von kohlensaurem Kali bereitet worden war, und sowohl durch das Mikroskop nicht die min-

ste Einmengung von Oxyd zeigte, als auch nach dem hmelzen in einer Atmosphäre von Kohlensäuregas ein in schwarzes Pulver gab. Wurde er bei einer Temratur von 60° bis 65° C. getrocknet, so verlor er, die Temperatur darauf bis auf 120° bis 140° C. erht wurde, nichts an Gewicht. Verliert er etwas Wasr bei höherer Temperatur, so rührt dasselbe von Kryıllwasser her, welches das im Kermes eingemengte hwefelsalz, von welchem später die Rede seyn wird, thält.

1,016 Grm. davon, mit Königswasser oxydirt, hinrliefsen 0,196 Grm. Schwefel. Nachdem zu der Flüsgkeit Weinsteinsäure hinzugefügt worden war, fällte hlorbaryumauflösung daraus 0,672 Grm. schwefelsaure ıryterde. Nachdem der Ueberschufs des Baryterdesals vermittelst Schwefelsäure entfernt worden war, wurde rmittelst Schwefelwasserstoffgas das aufgelöste Antimon Schwefelantimon gefällt, welches, mit Wasserstoffgas ducirt, 0,6893 Grm. metallisches Antimon gab.

Die vom Schwefelantimon getrennte Flüssigkeit gab ıch dem Abdampfen noch 0,051 Grm. schwefelsaures ali, und 0,014 Grm. Antimonoxyd, das nicht vollstäng gefällt worden war. Er entspricht 0,0118 Grm. etall.

Das Resultat der Analyse im Hundert ist also:

Schwefel	28,41
Antimon	69,00
Kali	2,71
	100,12.

69,00 Th. Antimon nehmen 25,82 Th. Schwefel auf, n Schwefelantimon, SbS^3, zu bilden. Der Ueberschufs s Schwefels ist offenbar mit Kalium als Schwefelkaım verbunden.

Aus dem Resultate dieser Analyse geht auf das Unveideutigste hervor, was ich auch übrigens auf andere

Weise genügend bewiesen zu haben glaube, dafs der durch Kochen von Schwefelantimon in einer Auflösung von kohlensaurem Alkali bereitete Kermes, wenn bei seiner Bereitung eine nicht zu geringe Menge des kohlensauren Alkalis angewandt worden war, durchaus kein Antimonoxyd enthält.

Aber es ergiebt sich auch ferner aus dieser Analyse, dafs der auf diese Weise bereitete Kermes eine kleine Menge von Schwefelkalium enthält, das ihm durch Auswaschen nicht scheint entzogen werden zu können, eine Thatsache, welche Berzelius schon vor längerer Zeit gefunden hat [1]).

Soll man diese kleine Menge von Schwefelkalium im Kermes für einen wesentlichen Bestandtheil halten oder nicht? Sie ist immer darin enthalten, und kann von ihm nicht getrennt werden, wenn man ihn mit vielem heifsen Wasser digerirt, das aus dem Kermes das Schwefelkalium, in Verbindung mit so viel Schwefelantimon, um damit ein auflösliches Schwefelsalz zu bilden, nicht scheint aufzulösen. Man kann vielleicht annehmen, dafs die geringe Menge des alkalischen Schwefelmetalls, oder vielmehr die des Antimonschwefelsalzes, im Kermes auf eine ähnliche Weise enthalten wäre, wie unter gewissen Umständen der geringe Alkaligehalt in dem, dem Schwefelantimon analog zusammengesetzten Antimonoxyd, oder ein geringer Gehalt von Schwefelwasserstoff in der Schwefelmilch.

Nach der oben angeführten Analyse scheint es jedoch nicht das Schwefelkalium im Minimum von Schwefel, KS, zu seyn, das in dem Kermes enthalten ist; denn 2,71 Theile Kali entsprechen 2,25 Theile Kalium, welche nur 0,92 Theile Schwefel aufzunehmen brauchen, um dieses Schwefelkalium zu bilden. Es sind indessen, nach dem Resultat der Analyse, 2,6 Th. Schwefel, also eine fast drei Mal so grofse Menge, die man

1) Poggendorff's Annalen, Bd. VIII S. 420.

sich mit dem Kalium vereinigt denken kann, und welche mit demselben KS^3 bilden können.

Es ist indessen unwahrscheinlich, dafs eine solche Schwefelungsstufe des Kaliums im Kermes enthalten sey. Aber es wird sich auch aus den später in einem der folgenden Abschnitte zu erwähnenden Versuchen ergeben, dafs es nicht KS^3 ist, welches mit dem Schwefelantimon, SbS^3, im Kermes enthalten ist, sondern dafs in demselben KS verbunden mit SbS^5 ein Schwefelsalz bildet.

Frühere Untersuchungen, bei denen ich den Kermes vermittelst eines Stromes von Wasserstoffgas bei erhöhter Temperatur in metallisches Antimon verwandelte, bestätigen diese Analyse. Ich erhielt 72,32; 72,71; 70,76 und 71,41 Proc. metallisches Antimon, das indessen, mit Chlorwasserstoffsäure behandelt, einen schwachen Geruch nach Schwefelwasserstoff entwickelte, und Chlornatrium gab, wenn kohlensaures Natron zur Bereitung des Kermes angewandt worden war. Es versteht sich, dafs die Menge des metallischen Rückstands nach der Reduction vermittelst Wasserstoffs verschieden ausfallen mufs, je nachdem man kohlensaures Kali oder Natron zur Bereitung des Kermes angewandt hat.

Ich will hier noch das Resultat einer Untersuchung anführen, welche ich vor längerer Zeit angestellt hatte. 1,106 Grm. Kermes, bei dessen Bereitung kohlensaures Natron angewandt worden und welcher nicht mit grofser Sorgfalt getrocknet worden war, wurde mit Wasserstoffgas behandelt. Es entwickelte sich bei der ersten Einwirkung der Hitze eine geringe Menge von Wasser, welche nicht als hygroskopische Feuchtigkeit anzunehmen ist, aber auch nicht durch die Reduction des Antimonoxyds, das man im Kermes hätte annehmen können, entstanden seyn konnte, da es sich gleich bei der ersten Einwirkung einer schwachen Hitze enwickelte. Es ist das Krystallwasser der Verbindung $KS + SbS^5$. Die

Menge dieses Wassers, das in einer kleinen gewogenen, mit Chlorcalcium angefüllten Röhre aufgefangen wurde, betrug 0,029 Grm. Der metallische Rückstand wog 0,795 Grm. Als derselbe mit sehr verdünnter Chlorwasserstoffsäure behandelt wurde, entwickelte er einen schwachen Geruch nach Schwefelwasserstoff. Nachdem zu der sauren Auflösung Schwefelwasserstoffwasser hinzugefügt wurde, schied sich etwas rothes Schwefelantimon aus. Nach Abscheidung desselben gab die Flüssigkeit 0,039 Grm. Chlornatrium. Die Menge des als Schwefelwasserstoffgas verflüchtigten Schwefels betrug daher 0,282 Grm.

Ich werde das erhaltene Clornatrium als dreifach Schwefelnatrium, NS^3, im Kermes enthalten annehmen; man erhält dann im Hundert:

Wasser	2,62
Dreifach Schwefelnatrium, NS^3	4,07
Antimon	67,81
Schwefel	25,50
	100,00.

Indessen 67,81 Th. Antimon erfordern 25,37 Th. Schwefel, um Schwefelantimon zu bilden, was gut mit dem Resultate der Analyse übereinstimmt. Es versteht sich, dafs man das Schwefelnatrium nicht als dreifach Schwefelnatrium, NS^3, in der Zusammensetzung annehmen kann, sondern als einfach Schwefelnatrium, NS, mit dem höchsten Schwefelantimon, SbS^5, verbunden. Dieses Schwefelsalz wird durch die Behandlung mit Wasserstoffgas bei erhöhter Temperatur auf keine andere Weise verändert, als dafs es sein Krystallwasser verliert, wodurch bei dieser Behandlung, bei der ersten Einwirkung der Hitze, wie schon oben erwähnt wurde, eine kleine Menge von Wasser ausgetrieben wird.

Mit diesen Resultaten stimmen selbst die der Un-

tersuchungen von Liebig [1]) über den nach der Methode von Cluzel bereiteten Kermes überein, d. h. mit dem, der durch Kochen von Schwefelantimon mit einer Auflösung von kohlensaurem Natron erzeugt worden ist. Liebig behauptet zwar, dafs dieser Kermes Antimonoxyd enthalte, weil Weinsteinsäure dasselbe aus ihm durch's Kochen ausziehe; aber die analytischen Untersuchungen, bei welchen er denselben durch Wasserstoffgas reducirte, und durch welche er die Gegenwart des Oxydes in demselben darzuthun suchte, beweisen unzweideutig, dafs die von ihm untersuchten Kermesarten nicht Antimonoxyd enthalten konnten, und dafs das erhaltene Wasser nur gröfstentheils aus dem Krystallwasser des im Kermes enthaltenen Schwefelsalzes bestanden haben müsse. Wenn eine Verbindung von Antimonoxyd mit Schwefelantimon durch Wasserstoffgas in metallisches Antimon verwandelt wird, so mufs die Menge desselben gröfser seyn, als wenn reines Schwefelantimon auf dieselbe Weise behandelt wird, weil der Antimongehalt im Antimonoxyd gröfser ist, als im Schwefelantimon. Reines Antimon giebt 72,77 Proc. Antimon, während eine Verbindung von 1 Atom Antimonoxyd mit 2 Atomen Schwefelantimon, wie sie Liebig im Kermes annimmt, 76,25 Proc. Antimon geben mufs, wie ich denn in der That bei einer Analyse des Rothspiefsglanzerzes, einer Verbindung, welche auf diese Weise zusammengesetzt ist, sehr nahe diesen Antimongehalt erhielt [2]). Aber Liebig erhielt durch Reduction des Kermes vermittelst Wasserstoffgas, übereinstimmend mit den von mir oben angeführten Resultaten, in vier Versuchen 71,3; 72; 73,8 und 72,6 Proc. metallischen Rückstand, welcher überdiefs noch Schwefelnatrium enthielt, so dafs, als er letzteres in Chlornatrium verwandelte, 1½ bis 2 Proc. davon erhalten wurden.

1) Annalen der Pharmacie, Bd. VII S. 11.

2) Poggendorff's Annalen, Bd. III S. 453.

Auch Gay-Lussac [1]) behauptet, dafs in dem nach Cluzel's Methode bereiteten Kermes Antimonoxyd enthalten sey, dafs zwar seine Zusammensetzung veränderlich wäre, dafs man ihn aber aus 1 Atom Antimonoxyd und 2 Atomen Schwefelantimon zusammengesetzt annehmen könne. Er giebt an, dafs der Kermes nicht vollständig ausgewaschen werden müsse, weil er sich sonst, wie das basisch essigsaure Kupferoxyd und andere Salze zersetze.

Wird Kermes mit kochendem Wasser ausgesüfst und die zu verschiedenen Perioden erhaltenen Aussüfsungswasser besonders aufbewahrt, so trüben sich die zuerst erhaltenen Flüssigkeiten beim Erkalten und setzen Kermes ab. Diefs ist indessen nicht bei den später erhaltenen Waschwassern der Fall. Daher zersetzt sich der erhaltene Kermes scheinbar, so lange er noch viel alkalisches Schwefelmetall enthält, welches Schwefelantimon auflöst, und aus der warmen Auflösung fallen läfst.

Wenn Kermes durch Bereitung von Schwefelantimon mit einer Auflösung von kohlensaurem Alkali erhalten worden ist, und man ihn aus der Flüssigkeit hat absetzen lassen, so enthält dieselbe alles gebildete Antimonoxyd aufgelöst, aber aufser diesem noch alkalisches Schwefelmetall, und so viel Schwefelantimon, als dasselbe in der Kälte aufgelöst enthalten kann. Wird diese Flüssigkeit vom Kermes getrennt und durch eine Säure zersetzt, so wird durch Zersetzung des alkalischen Schwefelmetalls das Schwefelantimon gefällt, welches von demselben in der Kälte aufgelöst war, zugleich aber fällt dasselbe mit dem Schwefelantimon, das sich durch gegenseitige Zersetzung des aus dem alkalischen Schwefelmetall sich entbindenden Schwefelwasserstoffs und dem Antimonoxyd bildet. Da letzteres in überwiegender Menge vor-

1) *Annales de chimie et de physique*, T. XLII p. 87. — Poggendorff's Annalen, Bd. XVII S. 320.

'orhanden ist, besonders wenn ein Ueberschufs von kohensaurem Alkali bei der Bereitung des Kermes angevandt worden ist, so riecht das sich entbindende Kohensäuregas nicht nach Schwefelwasserstoff. — Das geällte Schwefelantimon hat zwar eine hell oraniengelbe 'arbe, besteht indessen nur aus Schwefelantimon im Min. 'on Schwefel (SbS^3); denn bei der Reduction vermitelst Wasserstoffgas giebt es, indem es sich in metalliches Antimon verwandelt, keinen Schwefel, sondern nur ichwefelwasserstoffgas. Bei der mikroskopischen Unteruchung zeigte es sich, wie diefs zu erwarten war, völlig rei von Krystallen von Antimonoxyd.

Da in der vom Kermes getrennten Flüssigkeit Animonoxyd in überwiegender Menge enthalten ist, so kann, venn dieselbe durch eine Säure zersetzt wird, das aus lem alkalischen Schwefelmetall sich entbindende Schweelwasserstoff nicht alles aufgelöste oxydirte Antimon in ichwefelantimon verwandeln. Daher wird, wenn man las gefällte Schwefelantimon abfiltrirt hat, in der davon ;etrennten Flüssigkeit noch Schwefelantimon, obgleich n sehr geringer Menge, gefällt, wenn man durch dieelbe einen Strom von Schwefelwasserstoffgas leitet. Dies Schwefelantimon entspricht indessen nicht dem Animonoxyde; denn wenn es durch Wasserstoffgas reduirt wird, giebt es bei der Reduction, aufser Schwefelvasserstoffgas, noch Schwefel. Ich lasse es ungewifs, b diefs daher rührt, dafs das gefällte Schwefelantimon ichwefel eingemengt enthielt, welcher durch Zersetzung les Schwefelwasserstoffs vermittelst der atmosphärischen uft sich ausgeschieden hatte, oder ob in der Flüssigeit antimonichte Säure durch Oxydation des Antimonxyds gebildet worden war.

Es geht aus dem Angeführten hervor, dafs das in ler Natur vorkommende Rothspiefsglanzerz keine Anaogie in der Zusammensetzung mit dem Antimonkermes iat, und daher die Benennung Kermes für ersteres sehr

unpassend ist, und zu falschen Vorstellungen Veranlassung geben kann. Der französische Name dieses Minerals, *Kermès minéral natif*, ist daher zu verwerfen.

II. Kermes, durch Schmelzen von Schwefelantimon mit kohlensaurem Alkali erhalten.

Ich bediente mich zu meinen Untersuchungen eines Kermes, der, nach der Preufsischen Pharmacopoe vom Jahre 1813, durch Zusammenschmelzen von 1 Th. wasserfreien kohlensauren Natrons mit 2 Th. Schwefelantimon, durch Auskochen der gepulverten geschmolzenen Masse mit Wasser und Filtriren der kochenden Flüssigkeit bereitet wurde. Beim Erkalten derselben setzt sich eine bedeutende Menge von Kermes ab. Die Ausbeute davon ist ungleich beträchtlicher, als die, wenn der Kermes durch Kochen von Schwefelantimon mit kohlensaurer Alkaliauflösung bereitet wird.

Der durch Schmelzen bereitete Kermes unterscheidet sich schon im Aeufsern von dem durch Kochen erhaltenen. Dieser sieht gewöhnlich nach dem Auswaschen rothbraun aus; jener ist mehr gelbbraun. Aber nicht nur in der Farbe, sondern auch in andern Eigenschaften finden Unterschiede statt.

Wird der nach der Preufsischen Pharmacopoe bereitete Kermes nach dem Aussüfsen im feuchten Zustande mit Weinstein und Wasser gekocht, so erhält man in der filtrirten Auflösung vermittelst Schwefelwasserstoffgas einen starken Niederschlag von Schwefelantimon. Dieser Kermes enthält also eine bedeutende Menge von oxydirtem Antimon.

Beim Schmelzen von Schwefelantimon mit kohlensaurem Alkali sondert sich bekanntlich eine beträchtliche Menge von metallischem Antimon ab. Dieser Umstand, der schon seit den ältesten Zeiten bemerkt worden ist, scheint mir nicht die Aufmerksamkeit erregt zu

haben, die er unstreitig verdient. Die gewöhnliche Meinung über diese Ausscheidung des metallischen Antimons ist die, dafs das gebildete Antimonoxyd bei erhöhter Temperatur und Gegenwart von Alkali in Metall und in antimonichte Säure zerfällt.

Diese Meinung bestätigte sich mir indessen bei näherer Untersuchung nicht. Weder in der vom Kermes abfiltrirten Flüssigkeit, noch in dem Kermes selbst konnte ich die Gegenwart von antimonichter Säure entdecken. Als eine gröfsere Menge des durch Schmelzen bereiteten Kermes, nachdem er gut ausgewaschen worden war, im feuchten Zustande mit Weinsteinauflösung gekocht, die Auflösung filtrirt und aus derselben zuerst die gröfste Menge des überschüssigen aufgelösten Weinsteins durch Abdampfen abgeschieden worden war, erhielt ich grofse und deutliche Krystalle von Brechweinstein von der diesem Salze eigenthümlichen Form, und nur diese, aufser dem überschüssigen Weinstein. Es scheint mir diefs die beste Methode zu seyn, um schnell und mit Sicherheit das Antimonoxyd, besonders wenn es verbunden oder gemengt mit andern Substanzen ist, von den höheren Oxydationsstufen des Antimons zu unterscheiden. Wird das Hydrat der antimonichten Säure auf gleiche Weise mit Weinsteinauflösung gekocht, so erhält man eine Auflösung, welche beim Erkalten förmlich gerinnt, und nach dem vollständigen Trocknen eine gesprungene, gummiähnliche Masse bildet. Von Krystallen zeigt sich in der Gelatine keine Spur.

Der Kermes, der durch Schmelzen von Schwefelantimon und kohlensaurem Alkali bereitet worden ist, enthält also Antimonoxyd. Einige Zeit hindurch war ich der Meinung, besonders durch die Autorität von Gay-Lussac und Liebig verführt, dafs dieser Gehalt von Oxyd ein wesentlicher seyn könnte. Da ich aber fand, dafs er bei den verschiedenen Bereitungen des Präparats verschieden ausfällt, und in keinem bestimmten

Verhältnifs zu dem Schwefelantimon steht, so habe ich schon seit langer Zeit diese Meinung aufgegeben, und diesen Kermes für eine gemengte Substanz angesehen. Die mikroskopische Untersuchung bestätigte mir diese Ansicht auf eine unzweideutige Weise.

Unter dem Mikroskop erscheint nämlich dieser Kermes als braunrothe, körnige Massen, gemengt mit einer grofsen Menge von Krystallen. Diese erscheinen bisweilen als sechsseitige Säulen mit Zuspitzungen, bisweilen nur als feine Spiefse, die oft büschelförmig gruppirt sind. Beide Arten von Krystallen kamen mir nicht bei Kermesarten von einer und derselben Bereitung vor, sondern von verschiedenen Bereitungen, wahrscheinlich nach der schnelleren oder langsameren Erkaltung der Flüssigkeit, aus welcher sich der Kermes absetzte.

Aber schon nach dem Augenschein ist die Quantität des eingemengten Antimonoxyds bei Kermesarten, welche nach derselben Vorschrift bereitet worden sind, verschieden. Diefs hängt wohl davon ab, ob der Kermes lange oder nur kurze Zeit mit der Flüssigkeit, aus welcher es sich ausgeschieden hat, in Berührung gewesen ist. Je schneller er nach dem Erkalten filtrirt worden ist, desto weniger eingemengtes Antimonoxyd scheint er zu enthalten. Denn trennt man den Kermes nach kurzer Zeit von der Flüssigkeit, aus welcher er sich durch's Erkalten abgesetzt hat, so setzt sich noch aus der filtrirten Flüssigkeit von Neuem Kermes ab, und dieser enthält mehr eingemengtes Antimonoxyd. — Ich erhielt, als ich einen Kermes nach der oben angeführten Vorschrift bereitete, und denselben bald nach seiner Entstehung filtrirte und aussüfste, ein Präparat, das zwar bei der mikroskopischen Untersuchung viele Antimonoxyd-Krystalle zeigte, aber nach dem Schmelzen in einer Atmosphäre von Kohlensäuregas zerrieben ein fast schwarzes Pulver gab, in welchem ich nicht mit Sicherheit einen Stich in's Röthliche oder Bräunliche bemerken konnte. Die Kermesarten aus verschiedenen Pharmacien, auf diese

Weise behandelt, gaben fast alle ein Pulver, das mehr oder weniger einen Stich in's Röthliche hatte.

Es ergiebt sich hieraus, dafs der nach der erwähnten Vorschrift bereitete Kermes, in medicinischer Hinsicht, ein sehr unsicheres Präparat seyn mufs. Denn wenn er Oxyd enthält, wie das fast wohl immer oder wenigstens sehr häufig der Fall seyn möchte, so ist er ein Gemenge, aber ein Gemenge nach ungleichen Verhältnissen. Wenn man einem solchen Gemenge den Namen Kermes geben will, so hat man freilich Recht, wenn man einen Oxydgehalt in demselben annimmt. Aber eine chemische Verbindung von Antimonoxyd mit Schwefelantimon ist es nicht.

Beim Schmelzen des Schwefelantimons mit dem kohlensauren Alkali bildet sich also, wie beim Kochen beider Substanzen mit Wasser, Antimonoxyd und alkalisches Schwefelmetall, das sich mit Schwefelantimon verbindet. Beim Kochen der geschmolzenen Masse mit Wasser löst sich diese Verbindung auf, so wie durch das unzersetzte kohlensaure Alkali auch Antimonoxyd aufgelöst wird. Die Menge des kohlensauren Alkalis ist aber nicht hinreichend, das Antimonoxyd beim Erkalten aufgelöst zu erhalten; es scheidet sich aus der erkalteten Flüssigkeit aus, zugleich mit dem Schwefelantimon, welches die Auflösung des alkalischen Schwefelmetalls in der Kälte nicht aufgelöst zu erhalten vermag.

Ich halte das Antimonoxyd, welches gemengt mit diesem Kermes sich ausscheidet, auch gröfstentheils für reines Oxyd, und nicht mit Alkali verbunden. Schmilzt man Antimonoxyd mit kohlensaurem Alkali und kocht die geschmolzene Masse mit Wasser, so enthält zwar das ungelöste Antimonoxyd mehr Alkali, als wenn das Oxyd mit einer Auflösung von kohlensaurem Alkali gekocht worden ist; die Menge desselben ist jedoch nicht sehr bedeutend, und steht in keinem bestimmten einfachen Verhältnisse zum Oxyde.

Kocht man, anstatt zu schmelzen, Schwefelantimon und kohlensaures Natron in dem oben angeführten Verhältnifs mit Wasser, so erhält man, wie schon erwähnt wurde, eine bei weitem geringere Ausbeute, aber einen Kermes, welcher zwar nicht völlig frei von Oxyd ist, aber doch nur wenig davon enthält. Der Grund davon ist der, dafs beim Kochen eine Auflösung von kohlensaurem Alkali vom geschmolzenen, gepulverten, oder auch sehr fein geschlämmten Schwefelantimon nur wenig zersetzt und der gröfste Theil davon unaufgeschlossen bleibt. Beim Schmelzen hingegen findet eine vollständigere Zersetzung statt.

Aber diese Erklärung von dem Hergang des Processes kann wegen der Ausscheidung des metallischen Antimons nicht die vollkommen richtige seyn, oder es mufs noch, neben diesem, ein anderer Procefs stattfinden, durch welchen diese Ausscheidung bedingt wird.

Wird die nach dem oben angeführten Verhältnisse geschmolzene Masse von kohlensaurem Natron und Schwefelantimon mit Wasser gekocht, hat man in der filtrirten Auflösung den Kermes lange und vollständig in einem Gefäfse sich absetzen lassen, das gegen den Zutritt der Luft verschlossen worden ist, und concentrirt man die vom Kermes getrennte Flüssigkeit durch Abdampfen, so schiefsen beim Erkalten der concentrirten Auflösung grofse Krystalle von hellgelber Farbe an, die schon durch ihre ausgezeichnete Krystallform, sie bilden reguläre Tetraëder, zum Theil auch mit Zuspitzungen der Ecken, sich als das bekannte Salz von einfach Schwefelnatrium mit Schwefelantimon im Maximum von Schwefel, $Sb\, S^5$ (Schlippe'sches Salz), erkennen lassen. Bekanntlich krystallisiren wenige künstlich dargestellte Salze in Tetraëdern, und von den in der Natur vorkommenden krystallisirten Verbindungen zeigen ebenfalls wenige diese Form. — Aber auch die fernere Untersuchung bestätigte diefs vollkommen.

Diese Krystalle des Schlippe'schen Salzes scheiden sich zuerst aus, und man kann sie leicht rein erhalten. Läfst man die Auflösung länger stehen, so bilden sich Krystalle anderer Art, deren Menge mit der Zeit zunimmt. Selbst nach mehreren Monaten hat in verschlossenen Gefäfsen die Bildung dieser Krystalle nicht aufgehört. Sowohl durch ihre Form, als durch die Untersuchung erwiesen sich diese Krystalle als kohlensaures Natron. Denn gehörig mit Wasser abgespült, schied sich aus ihnen bei der Zersetzung vermittelst einer Säure kein Schwefelantimon ab.

Aufser diesen ist indessen in der Auflösung noch eine Verbindung des Schwefelnatriums mit Schwefelantimon im Minimum von Schwefel, SbS^3, dessen Auflösung bekanntlich durch Auflösungen von einfach kohlensauren Alkalien braunroth gefällt wird, was bei der Auflösung des Schlippe'schen Salzes nicht der Fall ist. Kohl [1]) scheint dieselbe, wenn auch im unreinen Zustand, mit Schlippe'schem Salze gemengt, krystallisirt dargestellt zu haben.

Die Ausscheidung des metallischen Antimons beim Schmelzen von Schwefelantimon und kohlensaurem Alkali beruht also darauf, dafs sich ein Theil des Schwefelantimons, SbS^3, in Metall und in die höchste Schwefelungsstufe des Antimons, SbS^5, zerlegt. Diese Zerlegung geschieht durch die prädisponirende Verwandtschaft des entstandenen alkalischen Schwefelmetalls, um mit dieser höchsten Schwefelungsstufe ein Schwefelsalz zu bilden. Man sieht hieraus, dafs die Abscheidung des metallischen Antimons nicht durch's Zerfallen des gebildeten Antimonoxyds in antimonichte Säure und in Metall erfolgt.

Die Erzeugung einer geringen Menge eines solchen Schwefelsalzes findet schon beim Kochen von Schwefelantimon mit einer Auflösung von kohlensaurem Alkali

1) Archiv der Pharmacie, Bd XVII S. 257.

statt. Denn ich habe oben erwähnt, dafs in dem auf diese Weise dargestellten Kermes eine sehr geringe Menge davon enthalten ist. Dafs die Entstehung desselben durch Ausscheidung von Antimon erfolgt seyn könne, ist nicht gut möglich; denn nach Liebig's Untersuchungen [1]) löst eine Auflösung von vielem kohlensauren Natron das auf nassem Wege bereitete Schwefelantimon, $Sb S^3$, in der Wärme unter Kohlensäuregas-Entwicklung vollständig und ohne Rückstand auf. Es mufs also durch Oxydation eines kleinen Theils des Antimons im Schwefelantimon entstanden seyn.

Die älteste Bereitung des metallischen Antimons ist bekanntlich die, Schwefelantimon mit einem Gemenge von rohem Weinstein und Salpeter zu verpuffen; und mit dieser Bereitung des sogenannten *Regulus Antimonii simplex*, die schon von Basilius Valentinus herrührt, verband später Glauber die der Bereitung des Goldschwefels aus den sogenannten Schlacken, welche bei diesem Processe erzeugt werden. Man nahm gewöhnlich gegen 2 Th. Weinstein 1 Th. Salpeter, was aber das Verhältnifs ist, um schwarzen Flufs zu bilden. Auch die Darstellung des *Regulus Antimonii*, sowohl durch reines kohlensaures Kali (Weinsteinsalz), als durch schwarzen Flufs, war schon den Alchemisten bekannt. Man hat aber gewöhnlich diesen Procefs nicht richtig erklärt; er beruht aber darauf, dafs sich ein Schwefelsalz mit der höchsten Schwefelungsstufe des Antimons bildet, wodurch Antimon metallisch abgeschieden wird. Die Kohle des schwarzen Flusses vermehrt die Menge desselben durch Reduction des gleichzeitig entstandenen Antimonoxyds.

Die Auflösung der sogenannten Schlacken von dieser Bereitung des *Regulus Antimonii* enthalten Schwefelantimon im Maximum und Minimum von Schwefel,

1) Annalen der Pharmacie, Bd. VII S. 7.

SbS^5 und SbS^3, aufgelöst im alkalischen Schwefelmetall. Durch einen geringen Zusatz einer Säure wird zuerst letzteres gefällt, da es der schwächere elektronegative Bestandtheil in der Auflösung ist, und nur durch fernere Zusätze von Säure kann Schwefelantimon im Maximum von Schwefel, *Sulphur auratum tertiae praecipitationis*, niedergeschlagen werden.

Da der Kermes, welcher durch Schmelzen von Schwefelantimon mit kohlensaurem Alkali bereitet worden ist, nur, wie ich gezeigt habe, ein Gemenge ist, so habe ich keine ganz vollständige quantitative Untersuchungen damit angestellt. Er enthält natürlich eine geringere Menge von Schwefel, als der durch Kochen bereitete Kermes, aber diese Schwefelmenge ist nicht allein mit dem Antimon zu Schwefelantimon verbunden, sondern ein Theil davon mit Natrium oder Kalium, und dieses alkalische Schwefelmetall ist unstreitig mit der höchsten Schwefelungsstufe des Antimons, SbS^5, verbunden. Ich erhielt von einem Kermes, der durch mikroskopische Untersuchung zwar noch Krystalle von Antimonoxyd zeigte, aber doch nach dem Schmelzen in Kohlensäuregas ein fast schwarzes Pulver gab, aus 1,410 Grm. nach der Oxydation vermittelst Königswasser 0,215 Grm. Schwefel und 0,901 Grm. schwefelsaure Baryterde, also 24,07 Proc. Schwefel. Bei früheren, vor längerer Zeit angestellten Versuchen erhielt ich vermittelst Reduction mit Wasserstoffgas aus 0,882 Grm. Kermes 0,0405 Grm. Wasser, das durch Chlorcalcium absorbirt wurde, und 0,6515 Grm. metallischen Rückstands, also 73,87 Proc., aber aus diesem wurde vermittelst Chlorwasserstoffsäure 0,075 Grm. Chlornatrium erhalten, was also eine gröſsere Menge des Antimonschwefelsalzes in diesem Kermes voraussetzt, als in dem durch Kochen bereiteten.

Ich glaube indessen, daſs bei der oben erwähnten Bereitung dieses Kermes derselbe schwerlich so viel An-

timonoxyd gemengt enthalten könne, daſs die Menge derselben gegen die des Schwefelantimons sich wie 1 Atom des ersteren zu 2 des letzteren verhalten würde [1]).

III. Kermes, durch Kochen von Schwefelantimon in einer Auflösung von Kalihydrat erhalten.

Eine Auflösung von Kalihydrat wirkt bekanntlich weit schneller auf Schwefelantimon ein, als kohlensaures Alkali; es bildet sich dabei weit leichter Schwefelkalium und Antimonoxyd, und letzteres ist bei weitem leichter auflöslicher in einer Auflösung von Kalihydrat, als in der von kohlensaurem Alkali. Kocht man geschmolzenes und darauf fein gepulvertes Schwefelantimon mit vieler Kalihydratauflösung, so entsteht in der filtrirten Flüssigkeit durch's Erkalten kein Niederschlag von Kermes, wendet man indessen weniger Kalihydrat an, so scheidet sich aus der filtrirten Flüssigkeit beim Erkalten ein starker gallertartiger, dunkelbrauner Niederschlag ab, der in seiner äuſseren Beschaffenheit wenig Aehnlichkeit mit dem auf andere Weise bereiteten Kermes, sondern mehr mit gefälltem Eisenoxyd hat. Der Niederschlag läſst sich sehr schwer aussüſsen und trocknen; beim Trocknen verringert sich sein Volum auſserordentlich, und es bildet sich dann eine harte, glasartige, dunkelbraune, spröde Masse. Durch das Mikroskop kann

1) Nachdem diese Abhandlung schon geschrieben war, theilte mir Hr. Wittstock mit, daſs ihm die Erzeugung des Schlippeschen Salzes bei der Bereitung des nach der Preuſs. Pharmacopoe dargestellten Kermes schon seit längerer Zeit bekannt gewesen sey. Auch Duflos (dessen Handbuch der pharmaceutisch-chemischen Praxis, S. 452) giebt an, daſs sich das Schwefelsalz von Schwefelantimon, SbS^3, mit alkalischen Schwefelmetallen bei erhöhter Temperatur unter Abscheidung von Metall in ein Schwefelsalz vom höchsten Schwefelantimon, SS^5, verwandle.

man weder in dem feuchten noch im getrockneten Niederschlage Krystalle von Antimonoxyd entdecken.

Wird dieser Kermes im ausgesüfsten feuchten Zustande mit Weinsteinauflösung gekocht, so entwickelt er zwar einen schwachen Geruch nach Schwefelwasserstoff, es wird ihm aber dadurch kein Antimonoxyd entzogen; die filtrirte Flüssigkeit giebt mit Schwefelwasserstoffwasser nur eine schwache rothe Färbung, keinen Niederschlag. Mit verdünnter Chlorwasserstoffsäure behandelt, entwickelt er bei der ersten Einwirkung derselben viel Schwefelwasserstoffgas, und färbt sich schwarz, wie gewöhnliches Schwefelantimon.

Mit Wasserstoffgas behandelt, wird dieser Kermes nicht wie der auf andere Weise bereitete oder wie reines Schwefelantimon reducirt, wenigstens lange nicht so vollständig. Beim starken Glühen in einer Atmosphäre von Wasserstoffgas bildet sich eine Kugel von metallischem Antimon, die von einer geschmolzenen Masse umgeben ist, auf welche das Wasserstoffgas keine sichtliche Wirkung ausübt. Es sublimirt sich hierbei kein Schwefel.

1,075 Grm. des möglichst getrockneten Kermes wurden mit Königswasser oxydirt und die Auflösung mit Weinsteinsäure versetzt. Ich erhielt 0,242 Grm. Schwefel und durch Chlorbaryumauflösung 0,604 Grm. schwefelsaurer Baryterde. — 1,827 Grm. von demselben Kermes wurden in der Wärme mit Chlorwasserstoffsäure so lange behandelt, bis sie vollständig aufgelöst worden waren. Aus der Auflösung wurde vermittelst Schwefelwasserstoffgas das Antimon als Schwefelantimon gefällt, und durch Reduction vermittelst Wasserstoffgas 1,131 Grm. metallisches Antimon erhalten. — Die vom Schwefelantimon getrennte Flüssigkeit gab abgedampft 0,197 Grm. Chlorkalium. — Das Resultat der Analyse dieses Kermes im Hundert ist daher:

Schwefel	30,26
Kalium	5,66
Antimon	61,91
	97,83.

Der Verlust besteht in Wasser, das als Krystallwasser in dem in diesem Kermes befindlichen Schwefelsalze enthalten ist. Nimmt man diefs an, so besteht dieser Kermes im wasserfreien Zustande im Hundert aus:

Schwefel	30,93
Kalium	5,79
Antimon	63,28
	100,00.

61,91 Th. Antimon erfordern 23,17 Th. Schwefel, um Schwefelantimon, SbS^3, zu bilden; es bleiben daher 7,09 Th. davon übrig, welche mit 5,66 Th. Kalium Schwefelkalium bilden. Diese bilden mit demselben indessen nicht einfach Schwefelkalium, KS, sondern dreifach Schwefelkalium, KS^3; denn 5,66 Th. Kalium erfordern 7,41 Th. Schwefel, um diese Schwefelungsstufe zu bilden.

Man sieht offenbar, dafs in diesem Kermes, wie in dem durch Kochen von Schwefelantimon in einer Auflösung von kohlensaurem Alkali erhaltenen, einfach Schwefelkalium mit dem höchsten Schwelantimon, SbS^5, ein Schwefelsalz bildend, enthalten ist. Die Menge derselben ist nicht gering, und steht in dem untersuchten Kermes in einem bestimmten Verhältnisse zum Schwefelantimon, SbS^3. Nach der angeführten Analyse entspricht die Zusammensetzung des Kermes der chemischen Formel

$$(KS+Sb^5)+2SbS^3;$$

denn eine nach derselben berechnete Zusammensetzung würde im Hundert enthalten:

Schwefel	31,18
Kalium	6,33
Antimon	62,79
	100,00.

Das in diesem Kermes enthaltene Schwefelsalz wird durch Wasserstoffgas bei erhöhter Temperatur auf keine andere Weise verändert, als dafs es sein Krystallwasser verliert. Das höchste Schwefelantimon, SbS^5, in demselben wird durch sehr starke Hitze in einer Atmosphäre von Wasserstoffgas nicht in das gewöhnliche Schwefelantimon, SbS^3, verwandelt. Daher wird in dem durch Kochen mit Kalilösung erhaltenen Kermes durch Behandlung mit Wasserstoffgas bei erhöhter Temperatur nur das niedrigste Schwefelantimon, SbS^3, in metallisches Antimon verwandelt; dieses schwimmt, wie oben angeführt wurde, in der geschmolzenen Masse des nicht zersetzten Schwefelsalzes, und es kann sich bei jener Behandlung kein Schwefel sublimiren.

Durch Kochen mit Weinsteinauflösung wird das in diesem Kermes enthaltene Schwefelsalz wohl zersetzt, und Schwefelantimon ausgeschieden, von welchem indessen nichts gelöst wird.

Dafs das Schwefelantimon im Maximum von Schwefel sich in diesem Kermes nicht durch Abscheidung von metallischem Antimon bildet, ergiebt sich aus Liebig's Versuchen, nach welchen das auf nassem Wege dargestellte Schwefelantimon, SbS^3, in einer Auflösung von Kalihydrat vollständig ohne Rückstand auflöslich ist. Es hat daher wohl eine Oxydation des Antimons im Schwefelantimon durch den Zutritt der Luft dieses Resultat hervorgebracht.

Der durch Kochen von Schwefelantimon mit Kalihydrat erhaltene Kermes ist indessen nie von gleicher Zusammensetzung, und das bei der angeführten Analyse gefundene einfache Verhältnifs zwischen dem Schwefel-

antimon, SbS^3, und dem Schwefelsalze, ist wohl nur ein scheinbares. Durch langes Auswaschen mit heifsem Wasser entzieht man diesem Kermes immer mehr von dem Schwefelsalze; er wird dadurch in seinem äufseren Ansehen immer mehr dem Kermes ähnlich, welcher durch Kochen von Schwefelantimon mit einer Auflösung von kohlensaurem Alkali erhalten wird.

Hr. Bromeis hat in meinem Laboratorium einen durch Kochen von Schwefelantimon mit Kalihydrat erhaltenen Kermes untersucht, bei welchem das Auswaschen mit heifsem Wasser weit länger noch fortgesetzt worden war, als bei dem, der zu der oben angeführten Analyse gedient hat. Die Untersuchung geschah auf dieselbe Weise, wie bei jener Analyse. Das von ihm erhaltene Resultat war folgendes:

Schwefel	29,44
Kalium	3,48
Antimon	67,08
	100,00.

67,08 Th. Antimon erfordern 25,10 Th. Schwefel, um Schwefelantimon, und 3,48 Th. Kalium 4,29 Schwefel, um dreifach Schwefelkalium, KS^3, zu bilden. — Dieser Kermes nähert sich in seiner Zusammensetzung dem durch Kochen mit kohlensaurer Alkaliauflösung erhaltenen.

Es folgt hieraus, dafs das Schwefelsalz im Kermes eigentlich nicht für einen wesentlichen Bestandtheil gehalten werden kann, obgleich ich sehr zweifle, dafs er durch Auswaschen ganz davon getrennt werden könne.

Wollte man die geringe Menge der Verbindung, $KS + SbS^3$, welche in dem Kermes enthalten ist, welcher durch Kochen von Schwefelantimon mit einer Auflösung von kohlensaurem Alkali gebildet wird, für einen wesentlichen Bestandtheil halten, so würde die Zusammensetzung, welche am besten mit der Analyse, welche

oben S. 331 angeführt worden ist, stimmen würde, die seyn, dafs 1 Atom dieser Verbindung mit nicht weniger als 9 Atomen Schwefelantimon, SbS^3, in diesem Kermes enthalten sey. Die nach der Formel $(KS + SbS^3) + 9SbS^3$ berechnete Zusammensetzung ist im Hundert:

Schwefel	27,77
Antimon	70,10
Kalium	2,13
	100,00.

Aber gewifs steht in diesem Kermes die Menge des Schwefelsalzes zu der des Schwefelantimons eben so wenig in einem bestimmten einfachen Verhältnisse, wie bei dem durch Kochen von Kalihydratauflösung erhaltenen.

VI. *Chemische Untersuchung einiger Bunt-Kupfererze und Magnetkiese von verschiedenen Fundorten; von O. F. Plattner.*

I. Bunt-Kupfererze.

Die Analysen, welche vom Bunt-Kupfererz bis jetzt bekannt sind, zeigen theils mehr, theils weniger von einander abweichende Resultate in dem Verhältnisse der Bestandtheile, und lassen daher nicht mit Sicherheit auf eine bestimmte chemische Zusammensetzung dieses Minerals schliefsen. So fand Klaproth [1]):

1) Dessen Beiträge, II, S. 281.
Das Bunt-Kupfererz von Hitterdal in Norwegen ist, wie mir Hr. Prof. G. Rose mitgetheilt hat, nach dem Stücke zu urtheilen, welches aus der Klaproth'schen Sammlung in die Königl. zu Berlin übergegangen ist, und von welchem Stücke Klaproth wahrscheinlich eine Probe zur Analyse genommen hat, ein Gemenge von Bunt-Kupfererz mit Kupferglanz, was man weniger auf der, längere Zeit der Luft ausgesetzt gewesenen Oberfläche des Stücks, als auf dem fri-

	im Bunt-Kupfererz von Hitterdal in Norwegen.	im Bunt-Kupfererz von Rudelstadt in Schlesien.
Schwefel	19,00	19
Kupfer	69,50	58
Eisen	7,50	18
Verlust, als Sauerstoff	4,00	5
	100.	100.

Phillips [1]) analysirte ein reines Bunt-Kupfererz von der Insel Roſs im See Killarney, das, wie er anführt, keine regelmäſsige krystallinische Form, aber doch eine krystallinische Natur hatte, und fand dasselbe zusammengesetzt aus:

Schwefel	23,75
Kupfer	61,07
Eisen	14,00
Quarz	0,50
	99,32.

Brandes [2]) untersuchte ein Bunt-Kupfererz aus Sibirien, und erhielt als Resultat folgende Bestandtheile:

Schwefel	21,6548
Kupfer	61,6250
Eisen	12,7500
Quarz	3,5000
	99,5298.

Auch untersuchte Berthier [3]) ein Bunt-Kupfererz Schwe-

schen Bruche sieht, da auf der Oberfläche die Farbe dieses Bunt-Kupfererzes durch Anlaufen bläulichschwarz, im frischen Bruche aber tombackbraun, im ersteren Falle also nur wenig, im letzteren dagegen sehr stark von der des Kupferglanzes verschieden ist.

1) *Ann. of phil.* 1822, *Vol. III p.* 82.

2) Schweigg. Journ. XXII S. 354.

3) *Ann. des mines*, 2. *Ser. III*, *p.* 48.

von Nadaud in Frankreich, wobei sich folgende Bestandtheile ergaben:

Schwefel	20,0
Kupfer	70,0
Eisen	7,9
	97,9.

Vergleicht man die Resultate dieser fünf Analysen, so ergiebt sich, dafs die gröfste Differenz im Kupfergehalte 12 Procent, und die im Eisengehalte 10,5 Procent beträgt, und dafs die Abweichung im Schwefelgehalte ebenfalls nicht unbedeutend ist.

Obgleich das Bunt-Kupfererz von der Insel Rofs, welches Phillips analysirt hat, für eine bestimmte chemische Zusammensetzung angesehen wird, indem das Verhältnifs der Bestandtheile durch die sehr einfache chemische Formel $\overset{,}{\text{€u}}^2\overset{,}{\text{Fe}}$ ausgedrückt werden kann, und die andern vier Bunt-Kupfererze nur als Gemenge von Bunt-Kupfererz, entweder mit Kupferglanz bei einem höheren Kupfergehalte, oder mit Kupferkies bei einem niederen Kupfergehalte, zu betrachten sind, so schien es doch von Interesse, die chemische Untersuchung des Bunt-Kupfererzes von mehreren Fundorten weiter fortzusetzen, um zu der Ueberzeugung zu gelangen, ob diese Verschiedenheit in den Verhältnissen der Bestandtheile auch noch bei anderen Bunt-Kupfererzen stattfinde, oder ob sich eine bestimmte chemische Formel für die Zusammensetzung des Bunt-Kupfererzes überhaupt herausstellen lasse. Da Phillips bei der Analyse des Bunt-Kupfererzes das Eisenoxyd vom Kupferoxyde vermittelst Ammoniak, und nicht vermittelst Schwefelwasserstoffgas getrennt hat, so ist dadurch der Eisengehalt ein wenig zu grofs, der Kupfergehalt aber zu gering ausgefallen.

Durch die Güte des Hrn. Professor G. Rose erhielt ich dazu Bunt-Kupfererz von verschiedenen Orten,

welchen ich im Laboratorio des Hrn. Professor H. Rose zu analysiren Gelegenheit hatte.

Der Gang, den ich bei jeder Analyse des Buntkupfererzes beobachtete, war folgender: Das Erz wurde im gepulverten Zustande mit Königswasser so lange digerirt, bis die Metalle sich oxydirt und aufgelöst hatten, und derjenige Theil von Schwefel, welcher sich dabei nicht in Schwefelsäure verwandelt hatte, sich mit gelber Farbe zu erkennen gab. Die Auflösung wurde mit Wasser verdünnt, und der Schwefel auf einem gewogenen Filtrum von der Flüssigkeit geschieden, gut ausgesüfst, im Wasserbade getrocknet und sein Gewicht bestimmt. Zur Prüfung auf seine Reinheit wurde er in einem Porcellanschälchen verbrannt, dessen Gewicht zuvor bestimmt worden war; und wenn er einen geringen Rückstand zeigte, der in der Regel nur aus Eisenoxyd, seltener aus beigemengtem Quarz bestand, so wurde dieser bei der Gewichtsbestimmung des Schwefels berücksichtigt, und das Eisenoxyd, welches dem Schwefel als Schwefeleisen beigemengt gewesen war, wurde, in Chlorwasserstoffsäure aufgelöst, der anderen Auflösung beigefügt. Aus der vom Schwefel abfiltrirten Auflösung der Metalle wurde die gebildete Schwefelsäure durch eine Auflösung von Chlorbaryum geschieden, und aus dem dadurch entstandenen Niederschlag von schwefelsaurer Baryterde, nachdem er abfiltrirt, ausgesüfst, getrocknet und geglüht war, die darin enthaltene Menge an Schwefel dem Gewichte nach bestimmt. Die Summe beider Schwefelmengen gab dann den Gehalt an Schwefel in der zur Untersuchung verwendeten Gewichtsmenge des Erzes an. Der zur Ausscheidung der Schwefelsäure aus der Auflösung der Metalle im geringen Uebermaafs hinzugefügte Baryt wurde durch einen Zusatz von Schwefelsäure als schwefelsaurer Baryt ausgefällt, durch Filtration von der Flüssigkeit getrennt, gut ausgesüfst und entfernt. Hierauf wurde das Kupferoxyd aus der Auflösung durch Schwefelwas-

serstoffgas als Schwefelkupfer gefällt, und, nachdem es sich völlig abgesetzt hatte, mit den nöthigen Vorsichtsmafsregeln filtrirt, ausgesüfst und getrocknet. Das trockne Schwefelkupfer mit dem zur Asche verbrannten Filtrum wurde in Salpetersäure aufgelöst, der zurückgebliebene Schwefel durch Filtration geschieden, getrocknet und verbrannt, und wenn solcher Spuren von Kupferoxyd hinterliefs, so wurden dieselben in wenig Salpetersäure aufgelöst und der Hauptauflösung beigefügt. Die ganze Auflösung des Kupferoxydes wurde nach dem Verdünnen mit Wasser durch kohlensaures Natron neutralisirt, hierauf in einer Porcellanschale bis zum Kochen erhitzt und das Kupferoxyd durch eine Auflösung von Kali gefällt. Nach der Filtration wurde der Niederschlag getrocknet, in einem gewogenen Platintiegel geglüht und gewogen, und aus der erhaltenen Gewichtsmenge der Betrag an metallischem Kupfer berechnet. Die vom Schwefelkupfer abfiltrirte Flüssigkeit, in welcher sich das Eisen als Oxydul befand, wurde, nachdem sie an einem warmen Orte ihren Geruch nach Schwefelwasserstoff verloren hatte, bis zum Kochen erhitzt, das Eisenoxydul durch einen Zusatz von Salpetersäure in Oxyd verwandelt und solches durch Ammoniak gefällt. Das gefällte Eisenoxyd wurde durch Filtration geschieden, gut ausgesüfst, getrocknet, in einem gewogenen Platintiegel geglüht, und aus dem Gewicht des geglühten Oxydes der Betrag an Metall berechnet.

Während ich mit diesen Analysen beschäftigt war, und aus dem Resultat einer jeden Analyse eine Formel für die chemische Zusammensetzung des untersuchten Erzes zu berechnen suchte, ergab sich: dafs das aus 1 Doppelatom Kupfer und 1 Atom Schwefel bestehende Schwefelkupfer, $\overset{,}{\mathrm{Cu}}$, im Bunt-Kupfererz nicht immer mit Schwefeleisen aus 1 Atom von jedem Element, $\overset{,}{\mathrm{Fe}}$, in verschiedenen Verhältnissen, sondern auch mit Anderthalb-

Schwefeleisen, $\overset{\prime\prime\prime}{Fe}$, und zwar ebenfalls in verschiedenen Verhältnissen zusammengesetzt seyn müsse. Da nun Hr. Prof. H. **Rose** schon früher [1]) gefunden hat, dafs das Schwefelkupfer, $\overset{\prime}{Cu}$, sich beim Glühen in einem Strom von Wasserstoffgas nicht verändert, und Schwefeleisen von einer höheren Schwefelungsstufe als von der, in welcher 1 Atom Eisen mit 1 Atom Schwefel verbunden ist, $\overset{\prime}{Fe}$, bei einer solchen Behandlung den Mehrbetrag an Schwefel abgiebt, so behandelte ich die Bunt-Kupfererze, von denen ich genug Material hatte, nebenbei auch mit Wasserstoffgas, um zugleich eine Controle für die Bestimmung des Schwefels zu haben. Eine solche Behandlung geschah von jedem Erze wenigstens zwei Mal, und zwar so, dafs das eine Mal dasselbe in Form kleiner Bruchstücke, und das andere Mal in Form eines feinen Pulvers angewendet wurde. Zu jedem Versuche wurden in eine sogenannte Reductionsröhre, nämlich in eine Glasröhre, deren Mitte zu einer nicht zu dünnen Kugel ausgeblasen war, nach der Bestimmung des Gewichts von der ganzen Röhre, zwischen 2 und 3 Grammen von diesem Erze so hinein gebracht, dafs sich die ganze Menge desselben nur allein in der Kugel befand, worauf dann das Gewicht der angewandten Menge sehr leicht durch nochmaliges Wiegen der Röhre ermittelt werden konnte. Das eine Ende dieser Röhre wurde mit einer anderen Glasröhre, die mit geschmolzenem Chlorcalcium gefüllt war, und diese wieder mit einem Gasentbindungsapparat, wie er zur Bereitung des Wasserstoffgases aus verdünnter Schwefelsäure und Zink gewöhnlich gebraucht wird, durch Kautschuckröhren verbunden. Auch wurde an das entgegengesetzte Ende der Reductionsröhre noch eine andere dünne Glasröhre mittelst Kautschuck befestigt. Nachdem der ganze Apparat mit Wasserstoffgas angefüllt und das ausströmende Gas an dem Ende der

1) Diese Annal. Bd. IV S. 109 und Bd. V S. 533.

mit der Reductionsröhre verbundenen dünnen Glasröhre angezündet war, wurde die Glaskugel, in welcher sich das zu behandelnde Erz befand, durch die Flamme einer Spirituslampe mit doppeltem Luftzug nach und nach bis zum Rothglühen erhitzt, und der Schwefel, welcher sich dabei ausschied, durch die Flamme einer kleinen Spirituslampe in der Röhre fortgetrieben. Nach einem ungefähr ¼stündigen Glühen, wo sich kein Schwefel mehr ausschied, wurde die Flamme unter der Glaskugel nach und nach entfernt, die an die Reductionsröhre angebundene dünne Glasröhre abgebunden, und während noch fortdauernd trocknes Wasserstoffgas über das geglühte Mineral strömte, der übergegangene Schwefel, welcher gröfstentheils noch in dem Ende der Reductionsröhre befindlich war, durch die Spirituslampe völlig entfernt. Als die Reductionsröhre völlig kalt war, wurde dieselbe von der Chlorcalciumröhre abgebunden und in eine etwas schiefe Lage gebracht, damit das in der Röhre befindliche Wasserstoffgas durch atmosphärische Luft bald wieder ersetzt werden konnte. Die Menge des ausgetriebenen Schwefels ergab sich dann durch den Gewichtsverlust.

Bei der Behandlung des Bunt-Kupfererzes, welche, wie ich schon erwähnt habe, zugleich zur Controle für die Bestimmung des Schwefels dienen sollte, fiel der Verlust aber jedes Mal ein wenig gröfser aus, als ihn die Rechnung nach der Analyse andeutete, und zwar am gröfsten, wenn das Erz in Form eines feinen Pulvers angewandt wurde. Bei Anwendung von kleinen Stückchen von der Gröfse einer Linse bildete sich zwar ebenfalls ein Sublimat von Schwefel, aber die Bruchstückchen zeigten, nach der Behandlung mit Wasserstoffgas, auf ihren Bruchflächen durch die Loupe hie und da auch metallische Kupfertheilchen, welche Erscheinung auf einen geringen Gehalt von Kupferoxyd im Bunt-Kupfererz schliefsen liefs. Da es nun von Interesse war, zu erfahren, wie sich das in der Natur vorkommende eisen-

freie Schwefelkupfer bei der Behandlung mit Wasserstoffgas verhalte, so unternahm ich diesen Versuch mit derbem Kupferglanz von den Kupfergruben in Bogsstowck im Ural, welcher, durch die Loupe betrachtet, auch ganz rein zu seyn schien. Dabei erhielt ich aber ebenfalls ein solches Resultat, wie bei dem Bunt-Kupfererz; denn die angewandten Stückchen gaben ein wenig Schwefel ab, zeigten nach dem Erkalten auf ihren Bruchflächen metallische Kupfertheilchen, und hatten 1,663 Proc. an ihrem Gewichte verloren. Dieser Verlust mufste demnach theils durch Abgabe von Schwefel, und theils durch Entfernung eines geringen Gehaltes an Sauerstoff entstanden seyn, obgleich eine Wasserbildung neben dem geringen Sublimat von Schwefel nicht recht deutlich zu bemerken war. Dafs dieser Kupferglanz aber wirklich freies Kupferoxyd, und nicht schwefelsaures Kupferoxyd enthielt, welches letztere durch Zersetzung des Schwefelkupfers hätte entstanden seyn können, bewies eine Digestion des fein gepulverten Minerals mit verdünnter Chlorwasserstoffsäure in einem verschlossenen Glase, wobei sich die Säure von einem Gehalt an Kupferoxyd deutlich blaugrün färbte, und sich bei weiterer Untersuchung frei von Schwefelsäure zeigte. Hierauf behandelte ich künstlich bereitetes Schwefelkupfer, so wie auch Magnetkies von zwei verschiedenen Fundorten mit Wasserstoffgas. Dabei ergaben sich aber ganz dieselben Resultate, die Hr. Prof. H. Rose früher schon erhalten hat. Das künstlich bereitete Schwefelkupfer gab nämlich den geringen Ueberschufs an Schwefel ab, der durch Glühen des Schwefelkupfers in einer Glasretorte nicht entfernt worden war, und zeigte bei der darauf erfolgten quantitativen Bestimmung des Schwefels die richtige Zusammensetzung; denn 2,400 Grm. gaben 0,486 Grm. oder 20,250 Proc. Schwefel, welche Menge mit der als bestimmt angenommenen Menge von 20,27 Theilen auf 100 Theile Schwefelkupfer sehr übereinstimmt. Eben

so verhält es sich auch mit dem Magnetkies von zwei verschiedenen Fundorten, welcher, wie die weiter unten angeführten Resultate beweisen, Einfach-Schwefeleisen, $\overset{,}{\mathrm{Fe}}$, zurückliefs.

Die Bunt-Kupfererze, welche ich analysirt habe, sind folgende:

1) Krystallisirtes Bunt-Kupfererz von Condorra Mine bei Camborne in Cornwall.

Kleine Krystalle, die auf derbem Kupferkies aufgewachsen sind. Sie haben höchst wahrscheinlich die Form von Hexaëdern; doch lassen sich ihre Winkel nicht messen, da die Flächen stets etwas uneben und rundlich erscheinen. Sie sind an den Kanten 1 bis 2 Linien lang, und stets und auf die Weise zwillingsartig verwachsen, dafs sie eine rhomboëdrische Axe gemein haben, der eine Krystall des Zwillings aber seine Kante in der Richtung der Flächen des andern hat; die Verwachsung ist also so, wie sie auch beim Flufsspathe vorkommt. Die Krystalle haben einen unebenen Bruch; eine Spaltbarkeit ist nicht zu bemerken; sie sind auf der Oberfläche bläulichschwarz angelaufen und im frischen Bruche von der bekannten tombackbraunen Farbe.

Von diesen Krystallen hatte ich mehrere zur Analyse zu verwenden; ich habe aber jeden einzeln in kleine Stücke zertheilt, und von diesen Stücken nur die reinsten ausgesucht, so dafs ich überzeugt war, keinen anhängenden Kupferkies mit zur Analyse zu nehmen. Um aber auch die Oberfläche der Krystalle, welche doch etwas oxydirt zu seyn schien, so viel als möglich zu entfernen, habe ich die ausgesuchten Stückchen fein pulverisirt, und von diesem Pulver die specifisch leichteren Theile durch Schlämmen mit destillirtem Wasser wegzuschaffen gesucht. Das Zurückgebliebene sammelte ich auf einem Filtrum, und trocknete es auf solchem im

Wasserbade so lange, bis es nichts mehr an seinem Gewichte verlor.

Von diesem gepulverten Bunt-Kupfererz wurden 1,336 Grm. zur Analyse verwendet, und daraus nach dem oben speciell angegebenen Verfahren erhalten:

Schwefel	0,37725	Grm.	oder	28,238	Proc.
Kupfer	0,75835	-	-	56,763	-
Eisen	0,19831	-	-	14,843	
	1,33391	Grm.	oder	99,844	Proc.

Die einfachste chemische Formel, welche sich aus dem gefundenen Verhältnisse der Bestandtheile ergiebt, ist: $\overset{\prime}{Cu}{}^{3}\overset{\prime\prime\prime}{Fe}$; ihr entsprechen:

Schwefel	28,3
Kupfer	55,8
Eisen	15,9
	100.

Könnte diese Zusammensetzung als eine dem reinen Bunt-Kupfererze eigenthümliche betrachtet werden (es ist das einzige krystallisirte Bunt-Kupfererz, das ich mir verschaffen konnte), so wäre es, abgesehen von der so einfachen chemischen Formel, welche sich daraus ergiebt, auch in sofern schon interessant, weil der Kupferkies, nach Hrn. Prof. H. Rose [1]), ebenfalls aus Schwefelkupfer im Minimo und Anderthalb-Schwefeleisen, $\overset{\prime}{Cu}\overset{\prime\prime\prime}{Fe}$, besteht. Der Unterschied in den Verhältnissen der Bestandtheile zwischen dem Kupferkies und dem Bunt-Kupfererz wäre dann so, dafs das Bunt-Kupfererz 2 At. Schwefelkupfer im Minimum mehr enthält als der Kupferkies.

Das Resultat der Analyse dieses Bunt-Kupfererzes ist in jedem Falle, hinsichtlich der Zusammensetzung des Kupferkieses, von Interesse. Bei seinen Untersuchungen

1) Gilbert's Annalen, Bd. LXXII S. 188.

über die Kupferkiese stellte Hr. H. **Rose** zwei Formeln für die Zusammensetzung derselben auf, $\overset{\prime}{\mathrm{Fe}}+\overset{\prime}{\dot{\mathrm{C}}\mathrm{u}}$, und $\overset{\prime}{\mathrm{Cu}}+\overset{\prime\prime\prime}{\mathrm{Fe}}$. Er entschied sich aus dem Grunde für die letztere Formel, weil das Schwefelkupfer, $\overset{\prime}{\mathrm{Cu}}$, in der Natur nicht vorkommt, was indessen auch bei dem Schwefeleisen, $\overset{\prime\prime\prime}{\mathrm{F}}$, der Fall ist. Die Analyse des krystallisirten Bunt-Kupfererzes zeigt nun deutlich, dafs die Formel $\overset{\prime}{\mathrm{Cu}}+\overset{\prime\prime\prime}{\mathrm{Fe}}$ für die Zusammensetzung des Kupferkieses die richtige ist.

Eine Behandlung dieses Bunt-Kupfererzes mit Wasserstoffgas konnte wegen der zur Analyse vorhandenen geringen Menge von diesem Minerale nicht vorgenommen werden.

2) Bunt-Kupfererz von der Woitzkischen Grube in der Nähe des Weifsen Meeres.

Es findet sich derb, mit Kupferkies und Quarz verwachsen. Der Bruch ist uneben bis kleinmuschlig und stark metallisch glänzend.

Von diesem Bunt-Kupfererze habe ich 2,236 Grm. zur Analyse verwendet, und darin gefunden:

Schwefel	0,5603	Grm. oder	25,058	Proc.
Kupfer	1,4093	- -	63,029	-
Eisen	0,2586	- -	11,565	-
	2,2282	Grm. oder	99,652	Proc.

Die aus dem Verhältnisse der gefundenen Bestandtheile sich ergebende chemische Formel ist: $\overset{\prime}{\mathrm{Cu}}^{3}\overset{\prime\prime\prime}{\mathrm{Fe}}$; ihr entsprechen:

Schwefel	25,7
Kupfer	63,4
Eisen	10,9
	100.

Nimmt man, nach dem Resultat der Analyse des

krystallisirten Bunt-Kupfererzes, die chemische Zusammensetzung nach der Formel $\overset{\prime}{Cu}{}^3 \overset{\prime\prime\prime}{Fe}$ als die richtige an, so wäre das Bunt-Kupfererz von der Woitzkischen Grube als ein Gemenge von Bunt-Kupfererz und Kupferglanz in einem Verhältnisse von $\overset{\prime}{Cu}{}^3 \overset{\prime\prime\prime}{Fe}$ mit $\overset{\prime}{Cu}{}^2$ zu betrachten.

Von diesem Bunt-Kupfererz wurde ein Theil nach dem oben speciell angegebenen Verfahren mit Wasserstoffgas behandelt, und zwar 2,133 Grm. in Form kleiner Bruchstücke und 2,220 Grm. als feines Pulver.

Da sich nun

	63,029 Th.	Kupfer mit	16,024 Th.	Schwefel zu	$\overset{\prime}{Cu}$
und	11,565	- Eisen -	6,859	- -	$\overset{\prime\prime\prime}{Fe}$
verbinden, so waren			22,883 Th.		

Schwefel erforderlich, um mit diesen beiden Metallen eine Verbindung zu geben, welche sich bei der Behandlung mit Wasserstoffgas nicht verändert. Nach Abzug dieser Schwefelmenge von der durch die Analyse gefundenen Menge bleiben demnach 2,175 Th. Schwefel übrig, die beim Glühen des Minerals in einem Strom von Wasserstoffgas ausgetrieben werden können. Das Resultat war folgendes:

Die kleinen Bruchstücke verlor.	0,044 Grm. od.	2,063 Proc.
und das Pulver verlor	0,059 - -	2,657 -

von der jedesmal angewandten Gewichtsmenge. Die Bruchstückchen zeigten auf ihren Bruchflächen durch die Loupe hie und da kleine metallische Kupfertheile, welche Erscheinung in dem angewandten Pulver aber nicht wahrgenommen werden konnte.

Ob nun der geringe Unterschied von 0,500 Procent zwischen dem Verlust beim Glühen des gepulverten Minerals in einem Strom von Wasserstoffgas und dem durch Rechnung aufgefundenen Betrag an Schwefel, welcher ausgetrieben werden konnte, einen geringen Gehalt an

Sauerstoff allein zuzuschreiben seyn sollte, will ich dahin gestellt seyn lassen.

3) Bunt-Kupfererz von der Kupfergrube Mårtanberg in Dalarne in Schweden.

Es findet sich derb in Chloridschiefer eingewachsen. Auf der alten Oberfläche roth und nur stellenweise blau angelaufen; auf dem frischen Bruche aber wie gewöhnlich tombackbraun. Bruch uneben und wenig glänzend [1]).

Von diesem Bunt-Kupfererze verwendete ich 2,500 Grm. zur Analyse, und fand darin folgende Bestandtheile:

Schwefel	0,64509	Grm. oder	25,804	Proc.
Kupfer	1,40254	- -	56,101	-
Eisen	0,43406	- -	17,362	-
Kieselerde	0,00300	- -	0,120	-
	2,48469	Grm. oder	99,387	Proc.

Aus dem Verhältnisse dieser Bestandtheile läſst sich für die Zusammensetzung dieses Bunt-Kupfererzes keine einfache chemische Formel berechnen. Die Formel, welche man daraus erhält, ist: $\overset{\prime}{Cu}{}^7 + (\overset{\prime}{Fe}{}^3 \overset{\prime\prime\prime}{Fe})$; ihr entsprechen:

Schwefel	26,5
Kupfer	56,3
Eisen	17,2
	100.

1) Hisinger giebt in seiner mineralogischen Geographie von Schweden (deutsche Ausgabe, S. 82) unter den Kupfererzen dieser Grube nur Kupferglanz und Kupferkies an; in der Königl. Sammlung in Berlin befinden sich aber zwei Stücke, die nach der bei ihnen befindlichen Etiquette beide von jener Kupfergrube abstammen. Die Stücke schreiben sich beide aus der Sammlung von Klaproth her, der immer in der Angabe der Fundorte auf den Etiquetten recht genau gewesen seyn soll.

Betrachtet man auch hier das reine Bunt-Kupfererz als eine Verbindung von $\overset{\prime}{Cu}^{3}\overset{\prime\prime\prime}{Fe}$, so geht sogleich aus dem Verhältnisse der aufgefundenen Bestandtheile hervor, dafs dieses Bunt-Kupfererz entweder ein Gemenge von Bunt-Kupfererz mit Kupferglanz und Schwefeleisen im Minimo ist, oder, was noch wahrscheinlicher zu seyn scheint, dafs es zwar Bunt-Kupfererz ist, in welchem aber ein geringer Theil durch irgend eine chemische Einwirkung in Oxyd umgeändert worden ist; denn eine Behandlung dieses Bunt-Kupfererzes mit Wasserstoffgas, deren Resultate ich sogleich anführen werde, spricht ganz dafür.

Zu einer solchen Behandlung wendete ich 2,516 Grm. in Form kleiner Bruchstücke und 2,433 Grm. in Form eines feinen Pulvers an.

Da sich nun

56,101 Th. Kupfer mit 14,260 Th. Schwefel zu $\overset{\prime}{Cu}$
und 17,362 - Eisen - 10,314 - - - $\overset{\prime}{Fe}$
verbinden, so sind demnach 24,574 Th.

Schwefel erforderlich, um mit diesen beiden Metallen eine Verbindung zu geben, die sich beim Glühen in einem Strom von Wasserstoffgas nicht verändert. Zieht man diese Schwefelmenge von der, durch die Analyse aufgefundenen Menge an 25,804 Th. ab, so bleiben 1,230 Th. Schwefel, welche mit einem Theil des Eisengehaltes eine höhere Schwefelungsstufe als $\overset{\prime}{Fe}$ bilden, und daher durch Glühen in einem Strom von Wasserstoffgas ausgetrieben werden können.

Bei der Behandlung dieses Bunt-Kupfererzes mit Wasserstoffgas verlor dasselbe:

in Form kleiner Bruchstücke 0,055 Grm. oder 2,186 Proc.
und als feines Pulver 0,063 - - 2,589 -

von der jedesmal angewandten Gewichtsmenge; und da-

her im ersten Falle 0,956 Proc., und im zweiten 1,359 Proc. mehr als die Rechnung andeutet.

Aus dieser ziemlich bedeutenden Verschiedenheit des Verlustes bei der Behandlung mit Wasserstoffgas gegen die durch Rechnung gefundene Schwefelmenge, welche ausgetrieben werden sollte, schien hervorzugehen, dafs dieser Verlust nicht allein aus ausgetriebenem Schwefel, sondern zugleich auch aus einer geringen Menge Sauerstoff bestehen müsse, obgleich eine Wasserbildung neben dem übergehenden Schwefel nicht recht deutlich wahrgenommen werden konnte. Dafs sich diefs aber auch wirklich so verhielt, bewiesen die in einem Strom von Wasserstoffgas geglühten Bruchstückchen hinreichend, indem auf ihren Bruchflächen schon durch das unbewaffnete Auge mehrere metallische Kupfertheilchen ganz deutlich zu bemerken waren. Vielleicht ist es auch nicht ganz frei von Eisenoxyd; da selbst der Kupferkies, wie Hr. Prof. H. Rose gefunden hat, nie frei davon ist.

4) Bunt-Kupfererz aus Eisleben.

Es bildet ein, etwa 1 Linie starkes Trumm in bituminösem Mergelschiefer, hat ebenen Bruch und läuft mit rother Farbe an. Die Analyse dieses Bunt-Kupfererzes ist in sofern von einem besonderen Interesse, da aus demselben die bedeutende Menge von Kupfer gewonnen wird, welches die Mansfelder Hütten liefern.

2,529 Grm. dieses Bunt-Kupfererzes fand ich zusammengesetzt aus:

Schwefel	0,57276	Grm. oder	22,648	Proc.
Kupfer	1,76336	- -	69,726	-
Eisen	0,19068	- -	7,539	-
	2,52680	Grm. oder	99,913	Proc.

Die chemische Formel, welche sich aus dem Verhältnisse der aufgefundenen Bestandtheile berechnen läfst, ist: $\acute{\text{Ȼu}}^4\acute{\text{Fe}}$; ihr entsprechen:

Schwefel	22,3
Kupfer	70,2
Eisen	7,5
	100.

Aus dem hohen Kupfer- und niedrigen Eisen- und Schwefelgehalte dürfte nun wohl sogleich hervorgehen, dafs dieses Bunt-Kupfererz nicht rein von Kupferglanz seyn kann, sobald man das reine Bunt-Kupfererz aus $\overset{,}{Cu}{}^3 \overset{,,,}{Fe}$ zusammengesetzt betrachtet; und selbst auch dann nicht, wenn man das Schwefeleisen im Bunt-Kupfererz als Einfach-Schwefeleisen, $\overset{,}{Fe}$, verbunden mit $\overset{,}{Cu}{}^2$ annehmen wollte.

Da sich nun

69,726 Th. Kupfer mit 17,726 Th. Schwefel zu $\overset{,}{Cu}$

und 7,539 - Eisen - 4,483 - - - $\overset{,}{Fe}$

verbinden, so sind demnach 22,209 Th.

Schwefel erforderlich, um mit beiden Metallen eine Verbindung zu geben, welche sich beim Glühen in einem Strom von Wasserstoffgas nicht verändert. Zieht man diese Schwefelmenge von der durch die Analyse gefundenen Menge an 22,648 Th. ab, so bleiben nur 0,439 Th. Schwefel übrig, welche zwar nicht hinreichend sind, um mit den 4,483 Th. Schwefel und den 7,539 Th. Eisen als Anderthalb-Schwefeleisen betrachtet werden zu können, die aber doch durch Glühen in einem Strom von Wasserstoffgas auszutreiben sind.

Bei der Behandlung dieses Bunt-Kupfererzes mit Wasserstoffgas, wo ich 2,328 Grm. in Form kleiner Bruchstücke und 2,224 Grm. als feines Pulver anwendete, verlor dasselbe:

in Form kleiner Bruchstücke 0,020 Grm. oder 0,859 Proc.
und als feines Pulver 0,023 - - 1,034 -

von der jedesmal angewandten Gewichtsmenge; und da-

her im ersten Falle 0,420 Proc., und im zweiten 0,595 Proc. mehr als die Rechnung angiebt. Auf den Bruchflächen der geglühten Stückchen waren mit Hülfe der Loupe auch hie und da kleine metallische Kupfertheile wahrzunehmen. Obgleich hier die Differenz nicht so grofs ist, als bei dem Bunt-Kupfererz No. 3, so scheint aber doch aus diesen Versuchen hervorzugehen, dafs das Bunt-Kupfererz aus Eisleben ebenfalls nicht frei von Kupferoxyd, und vielleicht auch nicht frei von Eisenoxyd ist.

5) Bunt-Kupfererz von Sangerhausen.

Es findet sich derb auf Gängen in bituminösem Mergelschiefer mit Kalkspath verwachsen. Auch die Analyse dieses Buntkupfererzes ist von technischem Interesse, da aus diesem Erze die nicht unbedeutende Menge des Kupfers der Sangerhauser Hütte gewonnen wird.

Von diesem Bunt-Kupfererze verwendete ich zur Analyse 2,560 Grm., und erhielt daraus folgende Bestandtheile:

Schwefel	0,57814	Grm.	oder	22,584	Proc.
Kupfer	1,81765	-	-	71,002	-
Eisen	0,16399	-	-	6,406	-
	2,55978	Grm.	oder	99,992	Proc.

Aus dem Verhältnisse dieser Bestandtheile läfst sich für die Zusammensetzung dieses Bunt-Kupfererzes die chemische Formel $\overset{,}{\mathrm{Cu}}^{9}\,\overset{,}{\mathrm{Fe}}^{2}$ berechnen; derselben entsprechen:

Schwefel	22,1
Kupfer	71,2
Eisen	6,7
	100.

Dafs dieses Bunt-Kupfererz ebenfalls nicht frei von Kupferglanz seyn kann, beweist das Verhältnifs des ho-

hen Kupfergehaltes zu dem niedrigen Eisengehalte, so wie auch der verhältnifsmäfsig geringe Schwefelgehalt.

Da sich nun

71,002 Th. Kupfer mit 18,051 Th. Schwefel zu $\overset{\prime}{Cu}$
und 6,406 Th. Eisen mit 3,799 - - - $\overset{\prime}{Fe}$
verbinden, so sind demnach 21,850 Th.

Schwefel erforderlich, um mit beiden Metallen eine Verbindung zu geben, die sich bei der Behandlung mit Wasserstoffgas nicht verändert. Wird diese Schwefelmenge von der durch die Analyse aufgefundenen Menge an 22,584 Th. abgezogen, so bleiben 0,734 Th. Schwefel übrig, welche ausgetrieben werden können.

Zum Glühen dieses Bunt-Kupfererzes in einem Strom von Wasserstoffgas wendete ich das eine Mal 2,912 Grm. in Form kleiner Bruchstücke, und das andere Mal 2,908 Grm. in Form eines feinen Pulvers an.

Die Bruchstücke verloren 0,030 Grm. oder 1,030 Proc.
und das Pulver verlor 0,034 - - 1,169 -

von der jedesmal angewandten Gewichtsmenge; der Verlust beträgt daher im ersten Falle 0,296 Proc., und im zweiten 0,435 Proc. mehr als die Rechnung angiebt. Auch waren auf den Bruchflächen der geglühten Stückchen sehr deutlich Spuren von metallischem Kupfer zu sehen. Dieses Bunt-Kupfererz verhält sich demnach ganz ähnlich, wie das Bunt-Kupfererz aus Eisleben.

Aus den Resultaten dieser Analysen dürfte nun hervorgehen:

1) Dafs, wenn das krystallisirte Bunt-Kupfererz von Cornwall wirklich als eine bestimmte chemische Zusammensetzung zu betrachten ist, man dann wohl annehmen sollte, dafs das reine Bunt-Kupfererz überhaupt der Formel $\overset{\prime}{Cu}^3 \overset{\prime\prime\prime}{Fe}$ entsprechend zusammengesetzt sey. Der Kupfergehalt ist zwar nach dieser Formel 1 Proc. niedriger, und der Eisengehalt

halt 1 Proc. höher, als ihn die Analyse angiebt; allein das Umgekehrte findet auch statt, wenn man das Bunt-Kupfererz von der Insel Rofs, nach Phillips, als eine bestimmte chemische Zusammensetzung, der Formel $\overset{,}{Cu}^2 \overset{,}{Fe}$ entsprechend, betrachtet, indem man hier 1,6 Proc. Kupfer mehr, und 0,6 Proc. Eisen weniger anzunehmen hat, als die Analyse angiebt.

2) Dafs das derbe Bunt-Kupfererz, wie es am häufigsten in der Natur vorkommt, nie, oder nur selten von einer bestimmten chemischen Zusammensetzung, sondern fast stets als ein Gemenge von Bunt-Kupfererz entweder mit Kupferglanz oder mit Kupferkies zu betrachten sey, welches öfters auch nicht frei von sehr geringen Mengen eingemengtem Kupfer- und vielleicht auch Eisenoxyde ist.

Es ist Bemerkenswerth, dafs die Bunt-Kupfererze von den verschiedenen Fundorten so bedeutend in ihrer Zusammensetzung verschieden sind, denn bei den Kupferkiesen findet diefs nicht statt. Nach einer mündlichen Mittheilung des Hrn. H. Rose, der zu verschiedenen Zeiten eine grofse Menge von Kupferkiesen von den verschiedensten Fundorten in seinem Laboratorio hat untersuchen lassen, hat der Kupferkies, wenn er rein, und nicht mit Schwefelkies gemengt ist, was man indessen sehr deutlich durch sein äufseres Ansehen bemerken kann, immer dieselbe Zusammensetzung.

II. Magnetkies.

Die Behandlung der verschiedenen Bunt-Kupfererze mit Wasserstoffgas, wo die angewandten Mengen nach dem Glühen stets einen etwas gröfseren Gewichtsverlust zeigten, als ihn die Rechnung nach den Analysen angab, veranlafste mich, wie ich oben schon erwähnt habe, dieselben Versuche auch mit einigen Magnetkiesen vorzunehmen, um zu untersuchen, was dieses Mineral bei der

Behandlung mit Wasserstoffgas im Vergleich zu den derben Bunt-Kupfererzen für Resultate liefern würde. Da ich nun durch die Güte des Hrn. Prof. G. Rose Magnetkiese von zwei verschiedenen Orten erhielt, die noch nicht analysirt waren, so schien es gleichzeitig auch von Interesse, die Bestandtheile dieser Magnetkiese auf chemischem Wege auszumitteln, um zu erfahren, in wie weit die Zusammensetzung derselben mit der schon früher für den Magnetkies angenommenen übereinstimme.

Die chemische Untersuchung geschah nach der vom Hrn. Prof. H. Rose in seinem Handbuch der analytischen Chemie, Bd. II S. 349, angegebenen Methode, und die Behandlung mit Wasserstoffgas ganz auf dieselbe Weise, wie oben bei den Bunt-Kupfererzen.

1) Magnetkies von Conghonas de Campo in Brasilien.

Er findet sich in derben Parthien, die einen flach muschlichen, stark glänzenden Bruch haben, und mit dem von Wernekink beschriebenen Sideroschijolith bedeckt sind.

Von diesem Magnetkies wendete ich 2,305 Grm. zur Analyse an, und erhielt daraus:

Schwefel	0,93188 Grm.	oder	40,428 Proc.
Eisen	1,37463 -	-	59,636 -
	2,30651 Grm.	od.	100,064 Proc.

Das Verhältnifs dieser Bestandtheile ist dasselbe, welches Stromeyer [1]) im Magnetkies von Treseburg am Harz erhielt, nämlich:

Schwefel	40,15
Eisen	59,85
	100.

Diesen letzteren Magnetkies betrachtet Berzelius zusammengesetzt entweder als $\overset{\prime}{Fe}{}^{6}\overset{\prime\prime}{Fe}$ oder als $\overset{\prime}{Fe}{}^{5}\overset{\prime\prime\prime}{Fe}$;

1) In dem Götting. gelehrten Anzeiger, 1814, 147. Stück.

er hat indessen der ersten Formel den Vorzug gegeben. Der Berechnung nach ist daher die Zusammensetzung:

Schwefel	40,40
Eisen	59,60
	100.

Von dem Magnetkies aus Brasilien behandelte ich auch 2,784 Grm. im fein gepulverten Zustande mit Wasserstoffgas, wobei diese Menge 0,137 Grm. oder 4,921 Proc. Schwefel abgab.

Da sich nun 59,636 Th. Eisen mit 35,465 Th. Schwefel zu $\overset{\prime}{Fe}$ verbinden, so enthält dieser Magnetkies 4,963 Th. Schwefel mehr, welche demnach durch Glühen dieses Magnetkieses in einem Strom von Wasserstoffgas ausgetrieben werden können. Vergleicht man die wirklich ausgetriebene Schwefelmenge mit derjenigen, welche durch die Rechnung angezeigt wird, so ergiebt sich, dafs beide Mengen sehr übereinstimmen.

2) Magnetkies von Fahlun in Schweden.

Er findet sich derb, mit Kupferkies und Strahlstein verwachsen; im frischen Bruch tombackbraun und stark glänzend, auf der Oberfläche aber leberbraun angelaufen.

In 2,376 Grm. dieses Magnetkieses habe ich durch die Analyse gefunden:

Schwefel	0,9509	Grm. oder	40,221	Proc.
Eisen	1,4190	- -	59,723	-
	2,3699	Grm. oder	99,944	Proc.

Die Zusammensetzung dieses Magnetkieses ist demnach dieselbe wie die von No. 1; weshalb auch hier die chemische Formel $\overset{\prime}{Fe}{}^6 \overset{\prime\prime}{Fe}$ oder $\overset{\prime}{Fe}{}^5 \overset{\prime\prime\prime}{Fe}$ gilt.

59,723 Th. Eisen verbinden sich mit 35,517 Th. Schwefel zu $\overset{\prime}{Fe}$; mithin enthält dieser Magnetkies 4,704 Th. Schwefel mehr, die also in einem Strom von Was-

serstoffgas durch Glühen des Minerals ausgetrieben werden können. Bei einer solchen Behandlung mit Wasserstoffgas verloren 2,650 Grm. des gepulverten Magnetkieses 0,125 Grm. oder 4,717 Proc., welche Menge der durch Rechnung gefundenen Menge ebenfalls sehr nahe kommt.

Da auch diese beiden Magnetkiese hinsichtlich ihrer chemischen Zusammensetzung mit dem von Stromeyer analysirten Magnetkies übereinstimmen, so scheint es doch, als ob diese Zusammensetzung als eine dem Magnetkies eigenthümliche zu betrachten sey, obgleich der Magnetkies von Bodenmais, welcher vom Hrn. Prof. H. Rose [1]) analysirt worden ist, ein wenig abweicht, indem er nur 38,78 Theile Schwefel, dagegen aber 60,52 Th. Eisen enthält. Die gröſste Verschiedenheit zeigt sich aber mit dem Magnetkies von Barèges in den Pyrenäen nach Stromeyer, welcher denselben zusammengesetzt fand aus 43,63 Th. Schwefel und 56,37 Th. Eisen. Vielleicht war letzterer nicht ganz frei von Schwefelkies.

VII. *Analyse eines krystallisirten Bunt-Kupfererzes; von F. Varrentrapp.*

Da es nicht uninteressant erschien, durch Analysen von krystallisirten Bunt-Kupfererzen von anderen Fundorten, als das von Hrn. Plattner analysirte, die von ihm dafür aufgestellte Formel zu bestätigen; so hatte Hr. G. Rose die Güte, mir ein schön krystallisirtes Exemplar, welches sich in einer alten Sammlung gefunden hatte, zur Analyse zu übergeben. Es ist nicht möglich den Fundort dieses Stückes anzugeben, doch erscheint es nicht wahrscheinlich, daſs es von demselben, wie das von Hrn. Plattner untersuchte, herstamme. Die ein-

1) Gilbert's Annalen, Bd. LXXII S. 189.

zelnen kleinen Krystalle waren Hexaëder, die in ihrer Mitte alle einen Kern von Kupferkies enthielten, auf der Oberfläche aber mit einer dünnen Schicht von Kupferoxyd überzogen waren; auch in ihrem Inneren waren sie zum Theil schon bunt angelaufen. Nach sorgfältigem Aussüſsen bemühte ich mich auf dieselbe Weise, wie Hr. Plattner, das Kupferoxyd durch Abschlämmen zu trennen.

2,273 Grm. des fein gepulverten und getrockneten Minerals wurden auf die von Hrn. Plattner genau beschriebene Weise behandelt. Das Resultat der Analyse war:

Schwefel	0,612	=26,981	Proc.
Kupfer	1,321	=58,199	-
Eisen	0,337	=14,845	-
	2,270	100,025	Proc.

Dieſs stimmt zwar nicht ganz genau mit den nach der Formel berechneten Mengen überein, indem etwas Kupfer zu viel, und etwas Schwefel zu wenig aufgefunden wurde. Aber dieſs rührt wohl von einer kleinen noch eingemengten Menge Kupferoxyd her, die auf mechanischem Wege nicht hatte getrennt werden können. Auch waren die von mir untersuchten Krystalle sichtlich nicht von der Reinheit, wie die von Hrn. Plattner untersuchten. Zieht man dieſs mit in die Betrachtung, so kann dieses Bunt-Kupfererz in seiner Zusammensetzung als mit dem von Hrn. Plattner analysirten übereinstimmend betrachtet werden.

VIII. *Ueber die mineralogische und geognostische Beschaffenheit des Ilmengebirges;* *von G. Rose.*

(Aus den Berichten der K. Preufs. Academie der Wissenschaften.)

Das *Ilmengebirge* ist die östlichste der drei von NNO. nach SSW. streichenden Parallelketten, in welche in dem 55sten Grade, in der Breite der Hüttenwerke Miask und Slatoust, der Ural getheilt ist. Die westlichste derselben ist die höchste; sie erreicht in ihren einzelnen Spitzen eine Höhe von 3000 bis 4000 Fufs, führt indessen im Ganzen keinen besonderen Namen; nur ihre einzelnen Theile, die langgezogenen Rücken des *Iremel* im 54. Breitengrade, weiter nördlich der *Urengá*, des *Taganai* und der *Jurmá* werden mit besonderen Namen bezeichnet; die mittlere Kette ist viel weniger hoch, der höchste Punkt auf dem Wege zwischen Miask und Slatoust beträgt nur 1800 Fufs, aber sie ist viel breiter, und wird ganz besonders mit dem Namen des *Ural* bezeichnet, da sie in dieser Gegend die Wasserscheide bildet. Die östliche Kette oder das *Ilmengebirge* steht sowohl an Höhe als Breite den andern Ketten sehr nach, ist aber nichts desto weniger oft sehr schroff und steil; sie fällt unmittelbar auf der östlichen Seite in die grofse Sibirische Steppe ab, während sich auf der westlichen Seite der westlichen Kette noch ein mächtiges Flötzgebirge anlegt.

Von den beiden Längenthälern zwischen diesen drei Gebirgsketten ist das westliche nur sehr schmal, und wird in südnördlicher Richtung von dem Ai durchflossen, der das äufsere Gebirge aber schon zwischen der Urengá und dem Taganai durchbricht, und sodann der Wolga und dem Kaspischen Meere zufliefst. Das östli-

che Längenthal ist viel breiter; in ihm fliefst ebenfalls in südnördlicher Richtung der Mias, aber auch er verändert dieselbe nur in etwas höherer Breite, wendet sich quer durch das äufsere Gebirge nach Osten, und vereinigt sich später mit dem Ob und dem Eismeere.

Die beiden westlichen Gebirgsketten bestehen hauptsächlich aus Glimmerschiefer, dessen Schichten unter sehr steilem Winkel nach W. fallen. Die Sohle des weiten östlichen Längenthals wird auch zum Theil noch von dem schiefrigen Urgebirge, Gneifs, Chlorit- und Talkschiefer, besonders aber von den Gliedern der Uebergangsformation, von Thonschiefer, Grauwacke, einem dichten, grauen, versteinerungsleeren Kalkstein und von Serpentin gebildet. Sie ist häufig von manchen massigen Gebirgsarten, wie von Diorit, Dioritporphyr, Augitporphyr, auch von Granit unterbrochen, und bildet die Basis von den reichen Goldseifen, die seit 16 Jahren der Gegenstand der eifrigsten Bearbeitung sind.

Sehr verschieden von den westlichen Ketten ist dagegen in seiner geognostischen Beschaffenheit das durch seine vielen schönen und seltenen Mineralien so merkwürdige Ilmengebirge. Es wird zum grofsen Theil von einer Gebirgsart gebildet, die aus weifsem Feldspath, schwarzem, in dünnen Blättchen lauchgrünen einaxigen Glimmer, und aus graulich- bis gelblichweifsem Eläolith besteht. Das Gemenge ist mehr oder weniger grobkörnig, zuweilen sehr bedeutend, der Feldspath ist immer gegen den Eläolith vorherrschend, und der Glimmer in mehr oder minderer Menge vorhanden, theils unregelmäfsig, theils mehr in einzelnen dünnen Lagen zwischen den übrigen Gemengtheilen vertheilt, in welchem Fall das Gestein ein geschichtetes Ansehn erhält. Bei der grofsen Aehnlichkeit des Eläoliths mit dem Quarz hat das Gestein auch eine grofse Aehnlichkeit mit dem Granite, ist aber doch von diesem durch die gänzliche Abwesenheit des Quarzes, des charakteristischen Gemeng-

theils des Granites durchaus verschieden. Eben so wenig kann es für eine bloſse Varietät des Granites, in welcher der Quarz durch Eläolith ersetzt ist, gehalten werden, denn die freie Kieselsäure kann nicht durch einen Gemengtheil ersetzt werden, der nicht einmal wie der Feldspath eine gesättigte, sondern nur eine $\frac{1}{3}$ kieselsaure Verbindung ist. Eine viel gröſsere Verwandtschaft hat das Gestein mit dem Syenite, der auch öfter Eläolith, wie in dem Norwegischen Zirkonsyenite, und einaxigen Glimmer, wie in dem Syenite von Meiſsen, enthält, welcher letztere auch wohl stellenweise, aber doch nicht durchgängig, die Hornblende ersetzt. Das Gestein bildet demnach offenbar eine besondere Gebirgsart, die der Verfasser, wegen ihres Vorkommens bei dem Hüttenwerke Miask und längst des Flusses Mias, mit dem Namen *Miascit* zu bezeichnen vorschlägt.

Von der angegebenen Beschaffenheit erscheint das Gestein auf der Westseite des Gebirges; nach Osten zu verliert sich der Eläolith, und das Gestein besteht dann nur aus gelblichweiſsem bis fleischrothem Feldspath und schwarzem einaxigen Glimmer, wozu auch öfter noch ein ähnlich wie der Feldspath gefärbter Albit tritt, der indessen zuweilen auch schon früher erscheint. Der Verfasser betrachtet dieſs Gestein nur als eine eläolithfreie Varietät des Miascits, bis fernere Untersuchungen etwa schärfere Gränzen zwischen ihnen ziehen. An der Westseite gränzt der Miascit an Gneiſs, der nicht viel weiter als die letzten Häuser von Miask reicht, und mit dem der angränzende Miascit eine gleichförmige Lagerung hat. An der Ostseite aber gränzt die eläolithfreie Varietät an Granit, der gleich anfangs sehr grobkörnig ist, und aus gelblichweiſsem Feldspath, graulichweiſsem Quarz und bräunlichweiſsem Glimmer besteht, aber nicht durchgängig ein gleiches Ansehen behält. Er bildet die ganze Ostseite des Gebirges, durchsetzt den eläolithfreien Miascit in Gängen und erhebt sich unmittelbar aus der

Steppe. Hiernach ist also der Miascit nur wie ein Uebergangsglied zwischen dem Granit und Gneifse zu betrachten. In dem eläolithfreien Miascite finden sich noch Massen eines sehr grobkörnigen Kalksteins, und einer dem Weifsstein ähnlichen, aus schneeweifsem Feldspath, und Albit, graulichweifsem Quarze und sehr kleinen Krystallen von rothem Granat bestehende Gebirgsart, deren Lagerungsverhältnisse mit dem Miascit aber nicht beobachtet werden konnten.

Die verschiedenen Mineralien, die das Ilmengebirge so berühmt gemacht haben, sind nun theils die wesentlichen Gemengtheile der das Gebirge bildenden Gebirgsarten, theils die unwesentlichen Gemengtheile derselben. In dem eläolithhaltigen Miascite ist besonders der *einaxige Glimmer*, der in fufsgrofsen Krystallen in den Drusenräumen des Gesteins vorkommt, bemerkenswerth; Feldspath und Eläolith finden sich nur selten, und dann nicht ausgezeichnet krystallisirt. Dagegen kommen hier noch eingewachsen vor: *Zirkon* in grofsen, gelben, durchsichtigen oder durchscheinenden Krystallen, hauptsächlich Combinationen des Hauptoctaëders und des ersten quadratischen Prisma, *Ilmenit* (Titaneisenerz) in Krystallen, die zuweilen bis 3½ Zoll breit sind, *Apatit* in gelben, durchsichtigen, abgerundeten Krystallen, *Flufsspath*, violblau, derb oder wenigstens nicht deutlich krystallisirt. Aufserdem finden sich darin noch zwei Mineralien, die eine genauere Berücksichtigung verdienen, da sie bisher nur sehr unvollkommen oder noch gar nicht bekannt gewesen, aber durch ihr Verhältnifs zum Eläolith sehr merkwürdig sind; diefs ist der *Sodalith*, eine schöne blaue Varietät, die man bisher für eine eigenthümliche Gattung gehalten und mit dem Namen Cancrinit zu Ehren des Russischen Finanzministers, Grafen Cancrin, belegt hat, und ein neues Mineral, auf das der Verfasser nun vorschlägt den Namen *Cancrinit* zu übertragen, der

durch die Identität des bisherigen Cancrinits mit dem Sodalithe für jenen fortfallen mufste.

Der *Sodalith* des Ilmengebirges ist von den übrigen bekannten Varietäten des Sodaliths besonders durch seine Farbe ausgezeichnet, die meistens sehr schön saphirblau, aber doch in den verschiedenen Stücken mehr oder weniger intensiv ist. Er ist nicht krystallisirt, findet sich nur in kleinen Parthien, die in der Regel aus einem Individuum bestehen, und nach den Flächen des Dodecaëders vollkommen spaltbar sind.

Er ist stark glänzend von Glasglanz, durchscheinend bis durchsichtig.

Härte unter Feldspath, spec. Gew. 2,288.

In Chlorwasserstoffsäure löst er sich leicht auf, und gelatinirt damit; vor dem Löthrohre verliert er, wie die grüne grönländische Varietät, die Farbe, und schmilzt zu einem weifsen blasigen Glase.

Nach einer Analyse, die E. Hofmann [1]) schon im Jahre 1830 im Laboratorium von Hrn. H. Rose angestellt hat, besteht dieses Mineral aus:

Natron	24,47
Kalkerde	0,32
Thonerde	32,04
Kieselsäure	38,40
	95,23.

Der Verlust von 4,77 Proc., der damals nicht zu ermitteln war, besteht in Chlor. Der Verfasser fand bei einem besonderen Versuche davon 7,1 Proc., die 5,48 Proc. wasserfreier Salzsäure entsprechen. Rechnet man diese zu den angegebenen Bestandtheilen hinzu, so erhält man noch einen kleinen Ueberschufs. Die Formel, welche sich nun sehr leicht aus dieser Zusammensetzung ableiten läfst, ist:

1) Der jetzige Professor der Mineralogie in Kiew.

$$\dot{N}^3 \dddot{Si} + 3 \dddot{Al} \dddot{Si} + Na\,Cl^2,$$

eine Formel, die schon v. Kobell nach den Arfvedson'schen Analysen des Sodaliths vom Vesuv aufgestellt hat. Berechnet man hiernach die Zusammensetzung, so fällt sie folgendermaſsen aus:

Natron	25,45		Natron	19,09
Thonerde	31,37	oder	Thonerde	31,37
Kieselsäure	37,60		Kieselsäure	37,60
Salzsäure	5,58		Natrium	4,74
	10,00		Chlor	7,21
				100,00.

Der *Cancrinit* ist dadurch höchst merkwürdig, daſs er eine Doppelverbindung darstellt, wie sie bisher noch nicht beobachtet worden ist, nämlich von einem Silicate und einem Carbonate. Er findet sich, wie der Sodalith, nur derb, und theils, wie dieser, in kleinen Massen, die nur aus einem Individuum bestehen, theils mit dünnstänglichen, stark verwachsenen Zusammensetzungsstükken; er ist nach drei Richtungen, die sich unter Winkeln von 120° schneiden und parallel den Flächen des regulären sechsseitigen Prisma gehen, sehr vollkommen spaltbar; Bruch uneben.

Lichte rosenroth; durchscheinend, in dünnen Stükken ganz durchsichtig; auf den Spaltungsflächen stark perlmutterartig-, in den übrigen Richtungen fettglänzend.

Härte zwischen Apatit und Feldspath; spec. Gew. 2,453.

In Chlorwasserstoffsäure ist er leicht und unter starkem Brausen auflöslich, und gelatinirt damit. Vor dem Löthrohr ist er zu einem weiſsen blasigen Glase schmelzbar, und mit Phosphorsalz schmilzt er leicht, unter Aufschäumen und mit Hinterlassung der Kieselsäure, zu einem klaren Glase zusammen, das bei einem gröſseren Zusatz vom Mineral beim Erkalten opalisirt. Durch an-

haltendes Glühen scheint sich der ganze Gehalt an *Kohlensäure* austreiben zu lassen [1]).

Zwei Analysen, wobei das Mineral in Chlorwasserstoffsäure aufgeschlossen wurde, gaben:

Natron	17,38	17,66
Kali	0,57	0,82
Thonerde	28,29	28,24
Kieselsäure	40,59	40,26
Kalkerde	7,06	6,34
Verlust [2])	6,11	6,68.

In einem besonderen Versuche zur Bestimmung des Gehalts an Kohlensäure wurden von dieser 6,38 Proc. erhalten.

Es läfst sich nach diesen Versuchen keine gutstimmende Formel ableiten; die wahrscheinlichste ist indessen:

$$\dot{N}^3 \dddot{Si} + 3 \dddot{Al} \dddot{Si} + \dot{Ca} \ddot{C},$$

welche folgende Zusammensetzung voraussetzt:

Natron	19,41
Thonerde	31,89
Kieselsäure	38,23
Kalkerde	5,89
Kohlensäure	4,58.

Hiernach wäre also der Cancrinit eine Verbindung von Eläolith mit Kalkspath, wie der Sodalith eine solche Verbindung von Eläolith mit Chlornatrium ist, wobei es noch auffallend erscheint, dafs die beiden Substanzen, der Kalkspath und das Chlornatrium, die man hiernach als verbunden mit dem Eläolith betrachten darf,

1) Bei einem Versuche, wobei das Mineral eine halbe Stunde im Platintiegel über der Spirituslampe mit doppeltem Luftzuge geglüht wurde, verlor dasselbe 6,18 Proc. Der Rückstand brauste nur noch sehr wenig mit Chlorwasserstoffsäure, gelatinirte aber noch damit.

2) Die Thonerde enthält nur eine geringe Beimengung von Eisenoxyd; außerdem [illegible] Mineral noch eine Spur von Chlor, die [illegible] ebenfalls vorkommt.

in dem ganzen Gebirgsstein, worin der Sodalith und Cancrinit enthalten sind, nicht vorkommen.

In der eläolithfreien Varietät des Miascits finden sich folgende Mineralien: *Zirkon*, von brauner Farbe und in der bekannten Hyazinthkrystallisation, wodurch er sich von dem Zirkon des eläolithhaltigen Miascites unterscheidet; er ist an den verschiedenen Stellen mehr oder weniger durchsichtig und von verschiedener Gröfse; *Pyrochlor*, ähnlich dem Pyrochlore von Friedrichswern in Norwegen, doch gröfser und ausgebildeter. Die Krystalle sind zuweilen einen halben Zoll lang, und erscheinen nicht selten als Combinationen des Octaëders mit dem Dodecaëder und Leucitoid; aufserdem scheinen sie auch in der chemischen Zusammensetzung etwas verschieden zu seyn, da sie, nach Wöhler, 5 Proc. Thorerde enthalten. Ferner *Aeschynit*, *Monazit*, *Titanit*, letzterer in sehr grofsen, aber nicht glatten und glänzenden Krystallen von brauner Farbe; endlich *Korund*, in oft 2 Zoll grofsen, bauchigen, sechsseitigen Prismen, die besonders in dem neueren Vorkommen (bei dem Dorfe Selankina) stellenweise fast durchsichtig und von saphirblauer Farbe vorgekommen sind. *Hornblende* von schwärzlichgrüner Farbe findet sich zuweilen auch, doch nicht ausgezeichnet; da wo sie vorkommt zeigt sich auch zuweilen etwas *Quarz*, aber immer nur sehr selten. *Pistazit* ist mit Feldspath verwachsen bei dem Tschernoe Osero (schwarzem See) und *Graphit* beim See Jelantschik vorgekommen, letzterer aber nur in Geschieben, die bei stürmischem Wetter von den Wellen ausgeworfen werden. Mit dem Aeschynit findet sich noch ein *schwarzes*, nicht krystallisirtes *Mineral*, das nur in kleinen Parthien vorkommt, die einen muschligen Bruch, unvollkommenen Metallglanz und röthlichbraunen Strich haben, in Chlorwasserstoffsäure unauflöslich, und vor dem Löthrohr besonders dadurch ausgezeichnet sind, dafs sie nach einiger Erhitzung wie mancher Gadolinit ver-

glimmen, und dadurch eine braune Farbe erhalten. Härte unter Feldspath; spec. Gew. 5,625. Das Mineral ist aber weiter von dem Verfasser noch nicht untersucht und benannt worden.

Von allen diesen Mineralien ist der Zirkon am verbreitetsten, er findet sich freilich nicht immer gleich groſs und schön, fast mit allen den übrigen genannten Mineralien zusammen, diese selbst aber kommen meistentheils nur einzeln und an gewissen Stellen, vorzugsweise in den Umgebungen des Ilmensees vor.

In dem Weiſssteine kommt noch grünlichgelber *Beryll* eingewachsen vor; in dem körnigen Kalkstein schöner gelber *Apatit*, in noch ausgezeichneteren Krystallen wie in dem Miascit, wenngleich auch hier mit abgerundeten Kanten; ferner tombakbrauner *einaxiger Glimmer* und *Magneteisenerz*, letzteres in kleinen, aber netten Octaëdern.

Die Granitgänge enthalten: *Feldspath*, die unter dem Namen des Amazonensteins bekannte Varietät von der schönen spangrünen Farbe. Er kommt in den Drusenräumen in groſsen und schönen Krystallen vor, und seine Färbung rührt, wie schon Bindheim gezeigt hat, aber später ganz unbeachtet geblieben ist, von etwas Kupfer her, das man auch schon vor dem Löthrohr ganz deutlich erkennen kann, ferner *Albit* weiſs und breitstänglich, wie der von Finbo, *Quarz* krystallisirt und derb, mit dem grünen Feldspath oft regelmäſsig verwachsen und einen schönen Schriftgranit bildend, dann einaxigen schwarzen *Glimmer*, braunen durchsichtigen *Zirkon* und schwarzen *Turmalin*, sämmtlich nicht ausgezeichnet, der Turmalin zumal nur in sehr feinen Krystallen und dünnstänglichen Parthien, endlich aber noch *Topas* und *Mengit*; der erstere ist nicht sowohl durch seine Farbe, die weiſs ist, und worin er dem brasilianischen nachsteht, als durch die groſse Ausbildung seiner Form, und den Glanz und die [illegible] Flächen ausgezeichnet, wo-

durch er sich mehr wie jede andere Varietät zu genauen Messungen mit dem Reflexionsgoniometer eignet. Er kommt von sehr verschiedener Gröfse vor, und ist theils auf dem grünen Feldspath aufgewachsen, theils findet er sich, gewöhnlich an einem Ende verbrochen, mit dem dünnstänglichen Turmalin zusammen in einem gelblich-weifsen Thone, der die Drusenräume erfüllt; ist aber jetzt sehr selten geworden. Der Mengit (der Ilmenit von Brooke) findet sich in kleinen schwarzen Krystallen immer in Albit eingewachsen.

In dem grobkörnigen Granit ist besonders der *zweiaxige Glimmer* ausgezeichnet, da er in 3 bis 4 Zoll langen Krystallen vorkommt, die aber doch rauhe Seitenflächen haben, und deren Form sich nicht mit Genauigkeit bestimmen läfst.

Die im Ilmengebirge vorkommenden Mineralien sind demnach:

1) Feldspath
2) Albit
3) Quarz
4) Einaxiger Glimmer
5) Zweiaxiger Glimmer
6) Eläolith
7) Sodalith
8) Cancrinit
9) Hornblende
10) Pistazit
11) Turmalin
12) Granat
13) Beryll
14) Zirkon
15) Topas
16) Korund
17) Apatit
18) Flufsspath
19) Kalkspath
20) Titanit
21) Pyrochlor
22) Aeschynit
23) Das mit ihm vorkommende noch unbekannte Mineral
24) Monazit
25) Mengit
26) Titaneisenerz
27) Magneteisenerz
28) Graphit.

Von diesen Mineralien sind der Cancrinit, Aeschynit, Monazit und Mengit bis jetzt nur im Ilmengebirge vorgekommen, der Pyrochlor hat sich bis jetzt nur noch

in dem Syenite von Friedrichswern gefunden, und der Topas, Zirkon, Korund und Sodalith, wozu man auch noch das Titaneisenerz, den grünen Feldspath und einaxigen Glimmer rechnen kann, sind hier von einer Schönheit vorgekommen, wie an wenigen anderen Orten.

IX. *Großer Meteorsteinfall am Cap der guten Hoffnung.*

Dieser Meteorsteinfall ereignete sich im westlichen Theil der Cap-Colonie, im kalten Bokkeveld, etwa 15 engl. Meilen von Tulbagh, am 13. Oct. 1838 um 9 Uhr Morgens, mit einer so furchtbaren Explosion, dafs sie in einem Umkreis von 70 bis 80 engl. Meilen Halbmesser gehört ward. Die Stücke, worin der Aërolith dabei zersprang, fielen sämmtlich auf einen Raum von ungefähr 40 bis 50 Ellen im Geviert, und wurden zusammen auf ungefähr fünf Kubikfufs geschätzt.

Nach Hrn. Faraday's Untersuchung ist die Masse dieses Meteorsteins von weicher, poröser und hygrometischer Beschaffenheit, im trocknen Zustand von 2,94 spec. Gewicht, und nur schwach magnetisch an unregelmäfsig verbreiteten Stellen. Im natürlichen Zustande fanden sich darin: Wasser 6,5, Schwefel 4,24, Kieselerde 28,9, Eisenoxydul 33,22, Bittererde 19,2, Thonerde 5,22, Kalk 1,64, Nickeloxyd 0,82, Chromoxyd 0,7, Kobalt und Natron eine Spur. (*Phil. Mag. S. III T. XIV p.* 368 *et* 391.)

X. *Untersuchung des Monazits, eines Thorerde und Lantanoxyd enthaltenden Minerals vom Ural; von Carl Kersten.*

Das Mineral, dessen chemische Untersuchung ich hier mittheile, wurde im Jahre 1829 von meinem Hrn. Collegen Breithaupt bestimmt, und ausführlich in Schweigger-Seidel's Jahrbuch, 55. Bd. 3. Heft, S. 301, beschrieben. Seit dieser Zeit nahm derselbe vielfach Gelegenheit, dieses interessante Mineral genauer, namentlich in krystallographischer Beziehung zu studiren, daher es nicht unangemessen erscheinen dürfte, die vervollständigte Charakteristik des Monazits hier aufzuführen:

Glasglanz, meist gering.

Farbe, nelkenbraun, röthlichbraun bis schmutzig bräunlichroth. Strich, röthlichweifs.

Nur in eingewachsenen Krystallen, deren Primärform ein hemidomatisches Prisma ist; das Hemidoma $-P\infty$ hat ungefähr 49° Neigung gegen die Hauptaxe, das Prisma ∞P ist unter 99° bis 100° geschoben, übrigens sehr niedrig. Noch kommt $+P\bar{\infty}$, $\infty P\breve{2}$ und nächst dem Hemidoma mit gröfster Ausdehnung der Flächen $\infty P\breve{\infty}$ vor. Die Kombinationen haben mit keiner anderen krystallisirten Substanz besondere Aehnlichkeit, am ersten noch mit einigen Felsiten.

Spaltbar, jedoch immer nur undeutlich, hemidomatisch $-P\bar{\infty}$ und brachydiagonal $\infty P\breve{\infty}$, folglich schneiden sich beide Richtungen rechtwinklich.

Die Härte =6 oder gleich der des Apatits.

Spröde.

Specifisches Gewicht =4,922
5,019 nach zwei Wägungen.

Es scheint, dafs der Monazit der Verwitterung unterworfen sey.

Der Umstand, dafs sich dieses Mineral nicht gut mit einem bekannten vergleichen läfst, und als ausgezeichnetes Einzelwesen erscheint, bestimmte Breithaupt, ihm den Namen *Monazit* beizulegen, einen Namen, der, nachdem auch die chemische Zusammensetzung dieses Minerals als eine ganz eigenthümliche erkannt worden ist, jedenfalls zweckmäfsig und glücklich gewählt erscheint.

Breithaupt fand dieses Mineral zuerst in einigen Stücken beinahe quarzlosen Zirkon-Granits neben Zirkon, und, wie dieser, porphyrartig eingewachsen aus der Nähe der Gruben von Miask in Sibirien. Später machte Fiedler (diese Annalen, Bd. XXV, S. 332) bekannt, dafs der Monazit nicht in dem eigentlichen Ilmengebirge, sondern in einer südlichen Fortsetzung desselben Granites, in der sogenannten Tchermetschanta, in einem mächtigen seigeren Granitgange vorkomme, in welchem fleischrother Feldspath vorwaltend sey. Die Krystalle des Monazits fanden sich theils in kleinen Nestern mehrere beisammen, theils sehr vereinzelt in der ganzen Masse zerstreut. — In den Stücken des Monazit führenden Granites, welche ich zu sehen Gelegenheit hatte, war derselbe meistens von einem *schwarzen*, dem Aeschinit ähnlichen Minerale, dessen Analyse ich beabsichtige, begleitet, ingleichen von grauen, in's Röthliche geneigten Krystallen von Glimmer, welcher dem Lithionglimmer von Zinnwald ähnelt, allein kein Lithion enthält. Bisweilen kommt er auch mit schwärzlichgrünem blättrigen Chlorit vor. Meistens liegen die Monazitkrystalle in der Nähe der Glimmerausscheidungen, selten in dem derben, glimmerfreien Feldspathe. — Stets erscheint er in Krystallen, von der Gröfse eines Sandkorns bis zu der einer grofsen Linse.

In Breithaupt's Charakteristik des Mineralsystems, 3. Auflage, ist S. 330 das Löthrohrverhalten des Mona-

zits aufgeführt, und daraus der Schlufs gezogen, dafs der Monazit neben erdigen Mischungstheilen Uranoxyd als Hauptbestandtheil enthalte.

Da man bis jetzt nur sehr wenige Mineralien kennt, in denen Uranoxyd der Hauptbestandtheil ist, ferner das Vorkommen erdiger Mischungstheile mit Uranoxyd in einem krystallisirten Minerale darauf hindeutete, dafs das Uranoxyd, welches sich überhaupt gegen starke Basen wie eine schwache Säure verhält, in diesem Minerale als Säure, mit Erden verbunden, auftrete, so wurde ich durch diese Umstände veranlafst, den Monazit einer chemischen Untersuchung zu unterwerfen.

Sehr bald ergab sich, dafs das Uranoxyd nicht allein den Hauptbestandtheil des Monazits nicht ausmache, sondern dafs derselbe hiervon auch nicht die geringste Spur enthalte.

Die Ermittlung der wahren Bestandtheile dieses Minerals war indessen hauptsächlich aus dem Grunde nicht ohne Schwierigkeit, weil der damalige geringe Vorrath von demselben nur gestattete, die Untersuchung auf mikrochemische Weise anzustellen.

Unter Anderem erhielt ich bei der Analyse eine Substanz, welche die meisten Eigenschaften der *Thorerde* besafs, über deren wahre Natur ich indessen, indem ich Thorerde noch niemals gesehen hatte, in Zweifel war.

Diese Substanz und das aus dem Monazit von mir ausgeschiedene Ceroxyd überschickte ich daher mit einigen Monazitkrystallen im Januar dieses Jahres Hrn. Berzelius. Derselbe hatte die Gefälligkeit, meine Bitte hinsichtlich der weiteren Prüfung des Uebersendeten zu erfüllen, und benachrichtigte mich, dafs das, ihm von mir überschickte Ceroxyd ein neues Metalloxyd, das *Lantanoxyd*, welches Mosander kürzlich im Cerit entdeckt habe, enthalte, und die oben erwähnte Substanz wirklich *Thorerde*, gemengt mit etwas Manganoxyd und ba-

sisch phosphorsaurem Ceroxyd gewesen sey. Zugleich hatte er die Güte, mir das von ihm aus dem überschickten Ceroxyde abgeschiedene Lantanoxyd, ingleichen die gereinigte Thorerde zu übersenden, und bemerkte, dafs er ebenfalls im Monazit kein Uran angetroffen, dagegen die übrigen von mir darin nachgewiesenen Substanzen bestätigt gefunden habe. — Da Berzelius mir zugleich die hauptsächlichsten Eigenschaften des Lantanoxyds und das Verfahren mittheilte, dasselbe vom Ceroxyd zu trennen, so wurde ich hierdurch in Stand gesetzt, die begonnene Untersuchung des Monazits zu vollenden.

A. Qualitative Analyse.

Beim Erhitzen im Glaskolben giebt der Monazit kein Wasser, überhaupt nichts Flüchtiges aus, zerspringt nicht, und erleidet anscheinend keine Veränderung. — In der Pincette geglüht, wird er dunkelgrau und bei sehr starkem Feuer werden die Krystallflächen glänzend. Für sich allein färbt er die Löthrohrflamme nicht; wird er dagegen, als Pulver mit Schwefelsäure befeuchtet, im Dunste der blauen Flamme geglüht, so färbt sich letztere grünlichblau. In Borax löst sich das Mineral zu einem, im Oxydationsfeuer gelblichrothen Glase auf, welches unter der Abkühlung beinahe farblos wird. Im Reductionsfeuer ist die Perle in der Wärme gelb, nach dem Erkalten völlig farblos; sie kann emailleweifs geflattert werden, und wird bei starker Sättigung von selbst undurchsichtig, blafsgelblich. Phosphorsalz löst den Monazit leicht und vollständig auf; das klare Glas ist im Oxydationsfeuer in der Wärme gelb, nach dem Erkalten beinahe farblos. Im Reductionsfeuer verhält es sich fast eben so; niemals ist eine grüne Färbung zu bemerken. Wird eine gesättigte Phosphorsalzperle neben Zinn auf Kohle kurze Zeit behandelt, so zeigt sich eine, wiewohl schwache Reaction auf Titanoxyd. Mit Soda auf Kohle geschmolzen, giebt der Monazit viel Zinnkugeln.

Um diese auf einen Bleigehalt zu prüfen, wurden sie durch Schlämmen der geschmolzenen Masse gesammelt, in ein Stückchen mit Soda getränktes Papier gepackt und auf Kohle eingeschmolzen; hierbei und bei der Behandlung der Zinnkugeln mit der Oxydationsflamme bildete sich jedoch kein gelber Bleioxydbeschlag. Mit Soda auf Platinblech geschmolzen, gab sich ein Mangangehalt im Monazit deutlich zu erkennen. Wird er in Borsäure auf Kohle aufgelöst und die Perle mit Eisendraht behandelt, so bilden sich weifse, spröde Kugeln von Phosphoreisen; dagegen war es mir nicht möglich, in dem Minerale einen Fluorgehalt zu entdecken, als ich dasselbe mit Schwefelsäure im Platintiegel erwärmte, und letzteren mit einer Glasplatte bedeckte. Der Monazit wird von Chlorwasserstoffsäure, unter Entwicklung von Chlorgas, zerlegt. Es entsteht eine tiefgelbe Auflösung, und es bleibt ein unlöslicher, weifser, erdiger Rückstand. Schwefelsäure, mit 2 Theilen Wasser verdünnt, zerlegt ihn ebenfalls ziemlich leicht. Es schlägt sich bei längerer Digestion ein weifses, wolliges Salz nieder, das sich in kaltem Wasser zum Theil auflöst, und aus *schwefelsaurer Thorerde* besteht. In den Auflösungen des Monazits bewirkt Schwefelwasserstoff einen braunen Niederschlag von *Schwefelzinn*, wobei ihre gelbe Farbe verschwindet. Wird diese Auflösung, nach Abscheidung des Niederschlags, und nach Entfernung des Schwefelwasserstoffgases mit Ammoniak übersetzt, so entsteht ein sehr voluminöser, weifser Niederschlag, welcher während des Filtrirens bräunlich wird. Kalihydrat und kohlensaures Ammoniak ziehen aus diesem Niederschlage nichts aus; und letzteres Reagenz nimmt auch keine gelbe Farbe an; folglich enthält der Monazit *keine* Thon- und Beryllerde, und *kein* Uranoxyd.

B, Quantitative Analyse.

a) 1,000 Grm. fein geriebener Monazitkrystalle wurde zur Trennung der Phosphorsäure von den Basen, nach dem Vorschlage von Berzelius, mit 3 Gewichtstheilen entwässerten kohlensauren Natrons im Platintiegel über der Weingeistlampe mit doppeltem Luftzuge geglüht. Das Gemenge kam dadurch bald in Flufs, und bildete nach dem Erkalten eine gelblichgraue, in's Grüne schielende Masse, in welcher isabellgelbe Parthien sichtbar waren. Sie wurde mit kochendem Wasser so lange ausgekocht, bis dasselbe beim Verdampfen keinen Rückstand mehr hinterliefs. Die alkalische Flüssigkeit neutralisirte man nun in der Wärme mit Essigsäure; hierbei schieden sich einige wenige weifse Flocken ab, die durch Filtration von der Flüssigkeit getrennt wurden. Letztere fällte ich nun mit einer Auflösung von essigsaurem Bleioxyd. Der Niederschlag wog nach dem Glühen 1,621 Grm. Ein Theil davon wurde mit Schwefelsäure zerlegt, wobei sich ergab, dafs er genau $\dot{P}b^3 \overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{P}$ war; einen anderen Theil digerirte man, da er etwas gelblich erschien, mit Chlorwasserstoffsäure, und die erwärmte Auflösung mit etwas Weinsteinsäure. Sie blieb jedoch farblos. Die blafsgelbe Färbung rührte blofs von einer Spur Manganoxyd her. Die Menge der Phosphorsäure im Monazit beträgt daher 0,285 Grm. = 28,50 Proc.

b) Der Rückstand, von dem Auslaugen bei *a*, bildete ein gleichförmiges, röthlichgelbes Pulver. Er wurde, nachdem er mit den Flocken, die sich bei der Neutralisation der alkalischen Flüssigkeit ausgeschieden hatten, vereinigt worden war, mit Schwefelsäure, welche man zuvor mit der Hälfte ihres Gewichtes Wasser verdünnt hatte, in einer Porcellanschaale digerirt. Nach einigen Stunden hatte er sich zu einer gelben Flüssigkeit aufgelöst. Diese trübte sich beim Verdünnen mit Wasser, nach dem Erkalten wurde sie jedoch wieder klar. Es hatte sich ein weifses, erdiges Salz abgeschieden, wel-

ches von der Flüssigkeit durch Filtration getrennt und einstweilen bei Seite gestellt wurde. Durch die gelbe Auflösung leitete man einen Strom Schwefelwasserstoffgas; der braune Niederschlag von Schwefelzinn wurde durch Glühen in einem Porcellantiegel in Zinnoxyd verwandelt. Das Gewicht desselben betrug 0,021 Grm. =2,10 Proc.; es besafs eine graue Farbe, und gab, mit Soda auf Kohle reducirt, grofse geschmeidige Zinnkugeln.

c) Die Flüssigkeit von *b* erwärmte man mit einigen Tropfen Salpetersäure, um das Schwefelwasserstoffgas zu zerstören, und filtrirte den ausgeschiedenen Schwefel ab. Die Flüssigkeit war ganz ungefärbt, und wurde mit einem Ueberschusse von kaustischem Ammoniak gefällt. Den voluminösen hydratischen Niederschlag von Ceroxydul, Thorerde und Lantanoxyd löste ich in einigen Tropfen Chlorwasserstoffsäure auf, und fällte sodann diese Auflösung, nach dem Verdünnen mit Wasser, mit einer kochendheifsen, im Sieden gesättigten Lösung von schwefelsaurem Kali. Die weifsen Doppelsalze wurden abfiltrirt und mit einer in der Kälte gesättigten Lösung von oben genanntem Salze ausgesüfst. Für den Fall, dafs der Monazit Yttererde enthalte, was die Präliminaranalyse unentschieden gelassen hatte, mufste diese in der, nach der Fällung mit schwefelsaurem Kali zurückgebliebenen, Flüssigkeit und in dem Aussüfswasser sich finden, da das schwefelsaure Yttererdekali, nach Berlin, in 10 Theile einer gesättigten kalten Lösung von schwefelsaurem Kali auflöslich ist. Beide Flüssigkeiten vereinigte man demnach und fällte sie in der Wärme mit Ammoniak; es schieden sich indessen nur einige bräunliche Flocken ab, deren Gewicht nach dem Glühen 0,005 Grm. betrug. Die weitere Prüfung erwiefs, dafs diese Flocken nur in Manganoxyd bestanden. Zugleich ergab sich hierbei wider Vermuthen, dafs durch die kochendheifse schwefelsaure Kalilösung Thorerde, Ceroxydul und Lantanoxyd auf das Vollständigste gefällt worden waren.

d) Zur Trennung der genannten drei Basen von einander, wurden ihre schwefelsauren Doppelsalze in heifsem Wasser, zu welchem ich einige Tropfen Schwefelsäure gesetzt hatte, aufgelöst. Diese Auflösung fällte man in der Wärme durch einen Ueberschufs von Kalihydrat und digerirte den Niederschlag damit, worauf derselbe nach dem Auswaschen in Salpetersäure gelöst, die Auflösung verdampft, die bräunlichgelbe, halbflüssige Salzmasse in einem Platintiegel zur Trockniſs verdampft und der Rückstand stark geglüht wurde. Das Geglühte hatte eine braune Farbe, und es ergab sich darin, als ein wenig davon mit Soda auf Kohle geschmolzen und das Geschmolzene auf Silberblech gebracht wurde, keine Spur von Schwefel zu erkennen. Demnach waren durch Kalihydrat die schwefelsauren Doppelsalze völlig zerlegt worden. Das geglühte braune Pulver wurde im Platintiegel gewogen, dieser sodann mit ganz verdünnter Salpetersäure gefüllt, und einen Tag in's Wasserbad zur Digestion gestellt, um das Lantanoxyd aufzulösen, und von dem Ceroxyd und der Thorerde zu trennen. Nach dieser Zeit wurde die kaum merklich gelb gefärbte Auflösung von dem dunkler braun gewordenen Rückstande mit einem Saugrohre abgehoben, wiederum Wasser in den Tiegel gebracht, und auf diese Weise der Rückstand, ohne ihn aus dem Tiegel zu bringen, mehrmals ausgesüfst. Letzteren erwärmte man erst langsam, erhitzte ihn dann aber bis zum starken Rothglühen, worauf man ihn wieder wog. Es fand ein Gewichtsverlust von 0,244 Grm. statt, welcher in aufgelöstem *Lantanoxyd* bestand. Die salpetersaure Auflösung wurde zur Controle mit Kalihydrat gefällt. Der meiste hydratische Niederschlag löste sich in einer Auflösung von Chlorammonium auf, und wurde an der Luft gelb mit einem Stich in's Amethystrothe. Beim Glühen nahm das erhaltene Lantanoxyd jedoch eine etwas dunklere Farbe an, als dasjenige zeigte, welches Berzelius mir zuge-

:hickt hatte. Es löste sich in äufserst verdünnter Saleterssäure leicht auf, hinterliefs aber hierbei 0,006 Grm. ines tiefbraunen Pulvers, welches mit dem ersten Rückande vereinigt wurde. Das Gewicht des Lantanoxyds eträgt demnach =0,240 Grm. — 0,006 Grm. =0,234 rm. =23,40 Proc.

e) Um den aus Thorerde und Ceroxyd bestehenen zimmtbraunen Rückstand von *d* zu zerlegen, benutzte h die Eigenschaft der Thorerde, nach dem Glühen in :hlorwasserstoffsäure unlöslich zu seyn, während sich ieroxyd darin ziemlich leicht auflöste. Dieses Verfahen lieferte zwar kein ganz scharfes; allein doch ein geaueres Resultat, als vermuthet wurde. Nachdem das raune Gemenge von Thorerde und Ceroxyd wiederholt iit concentrirter Chlorwasserstoffsäure bis zum Sieden rhitzt worden war, hatte sich der gröfste Theil des Cerxyds aufgelöst, und die zurückgebliebene Thorerde be ifs nach dem Glühen nur eine blafs isabellgelbe Farbe. us der Gewichtsdifferenz ergeben sich 0,260 Grm. =26,00 roc. Ceroxyd. — Es wurde für überflüssig erachtet, das ieroxyd aus der gelben Auflösung noch einmal quantiitiv zu bestimmen, indem hierdurch kein genaueres Reiltat, als das vorliegende, hätte erhalten werden können. Der durch Ammoniak daraus gefällte Niederschlag urde beim Glühen dunkelzimmtbraun, und war unlösch in verdünnter Salpetersäure, reagirte aber, mit Soda if Platinblech geschmolzen, ein wenig auf Mangan.

f) Die geglühte Thorerde von *e* wurde mit dem eifsen erdigen Rückstande von *b* (welcher in Thorrde, die mit etwas Schwefelsäure entweder chemisch der mechanisch verbunden war, bestand), vereinigt, *fein*-erieben, und mit einem Gemische von destillirter Schweelsäure und 3 Theilen Wasser digerirt. Die Thorerde iste sich ungemein schwierig auf; erst nach längerer Diestion bildete sich das gypsähnliche, lockere, schwefeliure Salz. Nach dem Verdampfen der überschüssigen

Schwefelsäure bei gelinder Hitze, blieb die schwefelsaure Thorerde als ganz blafsgelbliches, erdiges Pulver zurück. Ihr Gewicht betrug 0,286 Grm., welche 0,1795 Grm. =0,1795 Proc. Thorerde entsprechen. Bei der Auflösung in Borax zeigte sie sich noch etwas cerhaltig, war auch, wie das Zusammenschmelzen mit Soda zeigte, nicht ganz manganfrei. Aus ihrer wäfsrigen Auflösung setzten sich kleine körnige Krystalle ab, welche in der Wärme emailartig wurden.

g) Die bei *c* nach der Fällung mit Ammoniak zurückgebliebene Flüssigkeit wurde mit Oxalsäure niedergeschlagen und gelinde erwärmt, worauf man den oxalsauren Kalk glühte und mit kohlensaurem Ammoniak behandelte. Er hatte eine bräunliche Farbe und wog 0,034 Grm. Bei der Behandlung mit verdünnter Essigsäure blieben 0,004 Grm. Manganoxyd-Oxydul zurück. Die Menge der kohlensauren Kalkerde betrug daher 0,030 Grm., welche 0,0168 Grm. =1,68 Proc. Kalkerde entsprechen

h) Die Flüssigkeit von *g*, aus welcher der Kalk gefällt worden war, verrauchte man nun zur Trocknifs und glühte das erhaltene Salz im Platintiegel, Als der Rückstand mit Wasser ausgelaugt wurde, blieb Manganoxyd-Oxydul zurück, welches keine Talkerde enthielt und 0,011 Grm. wog.

Bei einer früheren Analyse des Monazits, bei welcher derselbe mittelst Chlorwasserstoffsäure zerlegt worden war, wurde in dem Rückstande, nach dem Verjagen des Salmiaks, deutlich eine Spur *Kali* neben dem Manganoxyd durch Platinchlorid erkannt.

1,000 Grm. Monazit wurde daher zerlegt in:

Ceroxyd *e*)	=0,260 Grm.
Lantanoxyd *d*)	=0,2340 -
Thorerde *f*)	=0,1795 -
Zinnoxyd *b*)	=0,0210 -
Manganoxydul	=0,018
[*c*) 0,005 + *g*) 0,004 + *h*) 0,011 Manganoxyd-Oxydul]	
Kalkerde *g*)	=0,0168 -
Titansäure, Kali	Spuren
Phosphorsäure *a*)	=0,285 -
	1,0149.

Oder aus 100 Theilen Monazits wurden erhalten.

Ceroxyd	=26,00
Lantanoxyd	=23,40
Thorerde	=17,95
Zinnoxyd	= 2,10
Manganoxydul	= 1,86
Kalkerde	= 1,68
Titansäure, Kali	Spuren
Phosphorsäure	=28,50
	101,49.

Vorstehende Analyse zeigt einen Ueberschufs, der sich noch vergröfsert, wenn man den Verlust, welcher bei derselben stattfinden mufste, in Betracht zieht. Da bei der Behandlung des Monazits mit Chlorwasserstoffsäure Chlor entwickelt wird, so berechtigt diefs zwar zu der Annahme, dafs sich das Cer darin als Oxyd befinde, worauf auch die röthlichbraune Farbe des Minerals hinweist. Indessen dürfte es wohl auch möglich seyn, dafs darin das Lantan mit der Phosphorsäure auf einer niedrigeren Oxydationsstufe, als bis jetzt bekannt,

verbunden seyn könne. Nach Berzelius's Mittheilung dürfte der Monazit ein Phosphat ($\dot{R}^3\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{P}$) von Ceroxyd, Lantanoxyd, Thorerde, Kalkerde, Zinnoxyd, Manganoxydul mit Spuren von Titansäure seyn. Da bei der Analyse die Phosphorsäure genau bestimmt wurde, so wird sich später, wenn das Sättigungsvermögen des Lantanoxyds und des davon befreiten Ceroxyds ermittelt worden ist, die Zusammensetzungsformel für den Monazit aus der mitgetheilten Analyse leicht ergeben. Zwar darf ich nicht verschweigen, dafs ich in den mehrsten abgeschiedenen Substanzen mittelst des Löthrohres noch ein Hinterhalt von Manganoxyd fand, auch die Spur von Titansäure, welche Berzelius im Monazit durch das Löthrohr wahrnahm, nicht bestimmt habe; ich glaube indessen, dafs diese Umstände ohne wesentlichen Einflufs auf die spätere Berechnung seyn dürften. Bemerkenswerth ist der grofse Gehalt des Monazits an Lantanoxyd. Da in den Cersalzen, womit mich Mosander beschenkte, und welche derselbe aus Cerit von Bastnäs dargestellt hatte, bei weitem weniger Lantanoxyd im Verhältnifs zum Ceroxyd als im Monazit ist, so prüfte ich das bei der mitgetheilten Analyse erhaltene Lantanoxyd mehrfach, indem das daraus durch kohlensaures Ammoniak gefällte Hydrat stark geglüht und das blafs ziegelrothe Oxyd mit stark verdünnter Salpetersäure behandelt wurde; es löste sich hierin ohne Rückstand mit Leichtigkeit auf, auch wenn es zuvor mit salpetersaurem Ammoniak geglüht worden war: ein Beweis, dafs es frei von Ceroxyd und Thorerde war.

XI. *Vorläufige Notiz über ein neues Vorkommen von Asphalt in Westfalen; mitgetheilt vom Professor Dr. Becks in Münster.*

Einige Stunden westlich von Münster erhebt sich eine Hügelreihe, der Baumberg genannt, oben aus thonigem Kalkstein, in der Tiefe aus kalkigem Sandstein bestehend und zur Kreideformation gehörig, welche, über Billerbeck, Horstmar und Schöppingen hinziehend, ziemlich genau von Süd nach Nord streicht. Bei dem Dorfe Darfeld bildet dieselbe einen kleinen Busen, der von drei Seiten, im Süden, Osten und Norden eingeschlossen ist, gegen Westen sich öffnet und beinah eine Stunde im Durchmesser hat. In ihm entspringen viele und starke Quellen, auch nimmt daselbst die Vechte mit drei kräftigen Armen ihren Anfang. Fast in der Mitte des Busens liegt das eben genannte Dorf, und zwar auf Sandboden, der überhaupt auf beiden Seiten der Hügelreihe die herrschende Erdart ist. In welcher Richtung man jedoch von ihm aus sich den beiläufig zu 150—200 Fufs über die Fläche erhobenen Hügeln nähert, bald vertauscht man den Sand mit Kleiboden, der in der Annäherung zu jenen immer schwerer wird.

Mit dem Kleiboden beginnt das Terrain, welches den Asphalt führt.

Schon seit Jahren hat man in Gräben, die zur Scheidung von Aeckern oder zu andern ökonomischen Zwekken angelegt wurden, Stücke von Asphalt gefunden, welche die Bauern unter dem Namen Pech für eine Kleinigkeit an Schmiede verkauften und noch gewöhnlicher nicht weiter beachteten. Eine 4 bis 5 Fufs tiefe Rinne, welche ein durchfliefsender Bach ausgegraben hat, heifst

Pechgraben, wahrscheinlich von dem an ihm öfters gefundenen Asphalt so benannt.

Sonach ist die Entdeckung des dortigen Asphaltes schon alt, und es bedurfte, um dem Gegenstande die ihm gebührende Anerkennung zu verschaffen, nur eines Mannes, der diese Thatsachen würdigte, sammelte und verfolgte. Ein solcher hat sich in dem, um das Gemeindewohl sehr verdienstlichen Hrn. Gröninger, Bürgermeister von Darfeld, gefunden. Er wurde durch den Asphalt auf den Gedanken geleitet, es müsse dort ein Steinkohlenlager verborgen seyn, indem er, gleich manchem Mineralogen der früheren Zeit, jenes Harz als einen Ausflufs der Steinkohle ansah. Durch diese Vorstellungsweise noch mehr angetrieben, forschte er fleifsig nach allen Stellen, an welchen man durch zufälliges Graben Asphalt gefunden, und berichtete darüber an das Königliche Ober-Bergamt zu Dortmund mit der Bitte, die bezeichnete Gegend durch einen Bergbeamten untersuchen zu lassen. Diese Untersuchung hat am 13., 14. und 15. Mai d. J., unter Leitung des Berg-Geschwornen Hrn. Honigmann in Essen, stattgehabt, und ist mit einem sehr günstigen Resultate gekrönt.

In einer Gegend, wo man schon früher Asphalt aufgehoben hatte, wurde ein Loch von 8 Fufs Länge, 6 Fufs Breite und 5 Fufs Tiefe gegraben. Oben Ackerland vom schwersten Klei $1\frac{1}{2}$ bis 2 Fufs mächtig, ohne Asphalt; dann folgt ein leicht verwitterbarer, sehr thoniger Kalkstein (Mergel), und mit ihm erscheint das Harz. Dasselbe füllt Spalten aus (gangartig), die von oben nach unten theils senkrecht, theils schief niedersetzen, von der Dicke einer Messerklinge bis zu einem halben Fufs Stärke anwachsen und sämmtlich von Süden nach Norden streichen. Je näher der Oberfläche, um so härter wurde das Harz befunden, in 5 Fufs Tiefe erschien es weich, ja dickflüssig wie steifer Honig, so dafs es sich in lange Fäden ziehen liefs. Sind die Asphaltadern

ck, so hat das sie trennende Gestein meistens eine
eifse Farbe behalten, scheint gar nicht oder nur wenig
m Asphalt durchtränkt zu seyn; wo sie dünner und
nn gewöhnlich um so zahlreicher vorkommen, ist das
nze Gestein davon schwarz und sehr brennbar. Nach-
m man eine Tiefe von 5 Fufs Tiefe erreicht hatte,
ırde die Arbeit an dieser Stelle wegen starken Was-
rzudranges, nicht wegen des Aufhörens von Asphalt,
ıgestellt, und man hatte aus dem Loche von den oben
gegebenen Dimensionen 400 Pfund Asphalt gewonnen.
ese Masse ist zwar durch anhängenden Mergel und
hm verunreinigt, indefs sind doch auch ganz reine
ücke von 6 bis 13 Pfund zu Tage gefördert. Dieses
ıte Erdpech zeigt vollkommen muschligen Bruch, star-
n Fettglanz und pechschwarze Farbe.

Etwa 30 Fufs von dieser Grube entfernt wurde eine
reite angelegt, die ungefähr dieselben Dimensionen hat.
le vorher erwähnten Umstände finden sich in gleicher
eise wieder, und man schöpfte gegen 240 Pfund vor-
efflichen Asphalt. Endlich hat man eine dritte, von
n vorigen etwa 100 Fufs entfernte Stelle angegraben,
h jedoch mit einer kleinen und wenig tiefen Grube
gnügt, da man mit der Förderung von einigen 40 Pfund
phalt daraus die weitere Verbreitung des Harzes mit
echt für erwiesen ansah.

Diefs sind die vorläufigen Versuchs-Arbeiten und
e Ergebnisse. Da die drei besprochenen Punkte will-
brlich gewählt sind, so unterliegt es keinem Zweifel,
fs das gesuchte Fossil auch in der dazwischen liegen-
n Fläche vorkomme, ja durch das öftere Auffinden
sselben bei etwas tiefer gehenden Feldarbeiten an an-
ren entfernteren Stellen wird seine weitere Verbrei-
ıg, vielleicht durch den ganzen Busen von Darfeld,
rgethan.

Indessen sind noch ausführlichere Schurf-Arbeiten
forderlich, um sowohl über die Verbreitung des hie-

sigen Asphaltes als auch über die Art seiner Lagerung eine klarere Vorstellung zu gewinnen. Gewifs ist es, dafs das Harz aus der Tiefe stamme, ob es aber mit dieser an Masse zunehme, in gröfserer Tiefe ein Lager, oder, was wahrscheinlicher, ein oder mehrere mächtige Gänge bilde, ob es fest bleibe, oder, wie es das Ansehen gewinnt, in Bergöl und Naptha übergehe? — sind Fragen, die erst durch fernere Untersuchungen ihre Erledigung finden können. Bei dem steigenden Interesse, welches unser Mineral mit jedem Tage mehr gewinnt, wird ein kräftiger bergmännischer Angriff nicht lange auf sich warten lassen, und dadurch die beste Gelegenheit geboten werden, das Zweifelhafte zu beleuchten. Sobald wie diefs geschehen kann, werde ich eine ausführliche Darstellung geben.

XII. *Mineralogisch-optische Notizen; von Hrn.* ***Babinet.***

Hyalith, nach *irgend einer* Richtung in Platten mit Parallelflächen zerschnitten und zwischen zwei gekreuzte Turmaline gebracht, depolarisirt das Licht vollkommen. Dadurch unterscheidet er sich vom Milchopal und mexicanischen Feueropal. — Fein gepülverter Bergkrystall, mit Oel befeuchtet, bewirkt keine Rotation, sondern eine vollständige Depolarisation des Lichts. Dasselbe thut Glaspulver. — Glas, oder besser Flufsspath (der wenigst brechende starre Körper), gepülvert und mit Oel angerührt, zwischen parallele Glasplatten gebracht, depolarisirt nur solche Strahlen, deren Brechung in dem starren und flüssigen Körper verschieden ist. Mit einem Turmalin untersucht, giebt daher das durchgehende Licht sehr merkwürdige, und nach der Temperatur sehr verschiedene Farben. (*Compt. rend. T. VIII p.* 762.)

1839. ANNALEN No. 7.
DER PHYSIK UND CHEMIE.
BAND XXXXVII.

I. *Ueber die Anziehung der Elektromagnete; von M. Jacobi und E. Lenz.*

(Mitgetheilt von den HH. Verfassern aus dem *Bullet. scient.* der Petersburger Academie.)

In dem ersten Theile unserer Abhandlung »Ueber die Gesetze der Elektromagnete« [1]), haben wir, zur Berechnung unserer Beobachtungen über den Einfluſs der Stärke des Stromes auf die Intensität des im Eisen erregten Magnetismus (Art. 7) uns der Formel:

$$x \sin \tfrac{1}{2}\alpha - y \sin \tfrac{1}{2}\alpha^2 = K \quad \text{(Art. 10)}$$

bedient, wo $\sin \frac{1}{2}\alpha$ proportional dem Magnetismus, K die an der Wage gemessene Stärke der Ströme, und x, y zwei aus den Beobachtungen sich ergebende Constanten sind. Aus anderen Versuchen hatte es sich ergeben, daſs die Annahme einer Proportionalität zwischen der Stärke des Stromes und der Intensität des Magnetismus, durch die nothwendig gewordene Hinzufügung des, sich wie die Quadrate der Ströme verhaltenden Gliedes $y \sin \frac{1}{2}\alpha^2$, nicht erschüttert werden darf, daſs vielmehr diese Correction nur der Eigenthümlichkeit der elektromagnetischen Wage zuzuschreiben sey. Ueber die physikalische Natur dieser Correction hatten wir uns mit einiger Zurückhaltung ausgesprochen, und nur im Allgemeinen angedeutet, daſs dieselbe sich erklären lasse durch einen temporären Einfluſs, welchen die Magnetstäbe von den elektromagnetischen Spiralen erführen, ähnlich dem Einflusse, dem bekanntlich das weiche Eisen unterworfen ist. Die Magnetstäbe befinden sich in einer hierzu sehr günstigen Lage, nämlich in der verlängerten Axe dieser

1) S. den ersten Aufsatz des vorigen Hefts.

Spiralen. — Es ist für den vorliegenden Zweck völlig gleichgültig, ob man annimmt, dafs eine solche temporäre Modification in der magnetischen Vertheilung der Magnetstäbe eine neben der sogenannten Coërcitivkraft bestehende Eigenschaft des Stahls sey, oder etwa einer ungleichen Härtung, eingestreuten Partikeln weichen Eisens u. s. w. zuzuschreiben sey. Aber in Bezug auf das Quantitative dieser neuen Erscheinung mufs man annehmen, dafs sie dem a. a. O. erörterten Gesetze der Proportionalität unterliegt, und das eben so wie für das weiche Eisen anzunehmen sey, dafs

die temporäre Modification in der magnetischen Vertheilung, welche Stahlstäbe [1]) durch elektromagnetische Spiralen unter gleichen Umständen erfahren, sich wie die Stärke der Ströme verhalte.

Dieser Satz ist für das magnetische Galvanometer und für die Magnetometrie von Wichtigkeit, und man wird nicht umhin können, bei manchen Untersuchungen auf diesen Umstand Rücksicht zu nehmen. Für jetzt aber führt uns derselbe zu anderen, die Anziehung der Elektromagnete unmittelbar betreffenden Folgerungen.

In der That, nennen wir S die Stärke des Stromes in der Spirale der Wage, M den Magnetismus des Stahlstabes, so wird die abstofsende Kraft dem Producte MS proportional seyn. Die temporäre Modification, welche der Stahlstab von der Spirale erleidet, ist hier, wo Abstofsung stattfindet und die gleichnamigen Pole sich gegenüberstehen, dem permanenten Magnetismus entgegengesetzt, und kann durch $-nS$ ausgedrückt werden; wo n von der gegenseitigen Entfernung und anderen Umständen abhängt. Der Magnetismus des Stahlstabes wird also $M-nS$ seyn, und die Abstofsung jetzt ausgedrückt werden müssen durch $S(M-nS)=SM-nS^2$, welches genau die Formel ist, welche wir der oben erwähn-

1) Die an der Wage befindlichen Stahlstäbe sind glashart, und schei- [illegible]gnetismus bis jetzt nichts verloren zu haben.

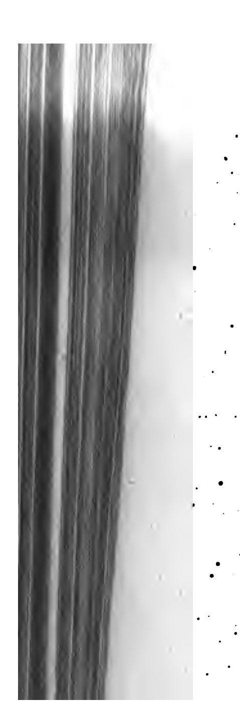
ten Berechnung zum Grunde gelegt haben. Denn man hat nur für S den ihm proportionalen Werth $\sin \frac{1}{2} \alpha$, und für M und n die Coëfficienten x und y zu substituiren; K aber war die wirkliche an der Wage gemessene abstofsende Kraft.

Die unmittelbarste, aber practisch höchst wichtige Folgerung, die hieraus hervorginge, wäre, dafs die Anziehung der Elektromagnete sich verhielte wie das Product aus den magnetisirenden Strömen, also im Falle dieselben für beide Individuen gleich wären, wie die Quadrate derselben. Das Raisonnement, das zu dieser Folgerung führt, ist so einfach, und so sehr in Uebereinstimmung mit dem, was bei verwandten Untersuchungen angenommen und bestätigt worden ist, dafs es schiene als wäre ein besonderer Nachweis durch Versuche kaum nothwendig. Der Umstand indessen, dafs diese wichtige Beziehung bisher nirgends ausgesprochen war, sondern dafs im Gegentheil einige durch Fechner, dal Negro und einen von uns angestellten Versuche für die einfache Proportionalität der Tragkraft und der Ströme zu sprechen scheinen, mufste schon an sich eine starke Aufforderung zu neuen Untersuchungen in dieser Beziehung seyn, wenn wir es uns auch nicht zum Princip gemacht hätten, nur durch wirkliche messende Beobachtungen, so weit sie möglich sind, in unseren Untersuchungen fortzuschreiten, und aufser denselben Consequenzen nur mit Vorsicht zuzulassen.

Wir erlauben uns daher in dem gegenwärtigen Aufsatze der Academie einige Versuche vorzulegen, welche das Gesetz bestätigen, dafs

die Anziehung zwischen zweien Elektromagneten oder einem Elektromagneten und dem weichen Eisen sich verhält wie die Quadrate der Stärke der magnetisirenden Ströme.

Um nicht erst die Zeit mit der Anfertigung neuer Apparate zu verlieren, wurden diese Versuche mit den



oder eine Stange weic
wichte am anderen En
Enden der den oberen
rale tauchten bei den
zweier Elektromagnete (
silbergefäfse, und der S
tung, dafs er, beide Sp
fend, den gegenüberstehei
netismen ertheilte. Die
Zulegen von Gewichten,
sen, und von dem zuletz
Hälfte in Rechnung gebra
tion wurde die Stärke des
vander's Angabe constru
achtet, und wenn der St
die unmittelbar vor dem
findende Ablenkung notir
Tangentenbussole, die von
schen völlig verschieden i
hoffen dürfen, dafs dieser
ausführliche Arbeit über di

gen des Instruments bis zu Ablenkungen von 50° bis 60° nur einen wahrscheinlichen Fehler von 4 bis 5 Minuten, eine Genauigkeit, die für unsern gegenwärtigen Zweck völlig hinreichend ist.

Bei den folgenden Versuchen ist die Gewichtseinheit 1 Solotnick oder $\frac{1}{96}$ russ. Pfund, die kleineren Gewichte bestanden aus Schrotkörnern, wovon 592 auf 1 russ. Pfund gingen, die also im Durchschnitt 0,102 Solotn. wogen. Die Stärke der Ströme wurde durch Veränderung der Batterie hervorgebracht, indem mehr oder weniger Plattenpaare genommen wurden.

Erste Beobachtungsreihe.

Der feste Elektromagnet war ein Eisencylinder von 8" Länge und $1\frac{1}{2}$" Durchmesser. Am Wagebalken war ein Eisencylinder, 2" lang und $1\frac{1}{2}$" dick, aufgehängt. Bei diesen, wie bei den andern Versuchen, fand keine unmittelbare Berührung der Eisenflächen statt, indem sie durch eine am Ende des unteren Elektromagneten befestigte Holzscheibe getrennt wurden. Die Entfernung der Flächen betrug auf diese Weise etwa $\frac{1}{10}$ Zoll, und man vermied dadurch zum Theil, wenn auch nicht ganz, die Fehler, die von der ungleichen gegenseitigen Lage herrühren können. Zu bemerken ist übrigens, um einigermafsen einen Maafsstab zu haben, dafs bei unmittelbarer Berührung und einem Strom, der am Galvanometer durch *tang* 18° 50" gemessen war, die Anziehungskraft etwa $2\frac{3}{4}$ Pfund betrug. Die Gewichte G sind nach der Formel berechnet $G = 95{,}06 \tan \alpha^2$, wo der Coëfficient, nach der Methode der kleinsten Quadrate, aus den Beobachtungen gefunden ist.

Tabelle I.

α.	G.	$G = 95{,}06\, tg^2 . \alpha$	Δ.
50° 48′	159,20	160,2	—1,00
50 35	154,40	153,1	+1,30
42 26	89,10	90,34	—1,21
36 27	57,45	57,51	—0,06
33 8	44,13	33,44	+0,49
28 48	32,45	43,05	—0,60
19 6	13,32	14,03	—0,71
19 4	13,16	13,75	—0,59

Wahrscheinlicher Fehler = 0,61.

Zweite Beobachtungsreihe.

Beide Eisenstangen waren 2″ lang, $1\frac{1}{2}$″ dick, und jede war mit 108 Windungen dünnen Drahtes in drei Lagen über einander umgeben; der Strom durchlief beide Spiralen hinter einander.

Tabelle II.

α.	G.	$G = 64{,}43\, tg^2 . \alpha$	Δ.
14° 42′	4,18 *	4,43	—0,25
17 58	6,49	6,77	—0,28
17 56	7,62	6,75	+0,87
17 50	7,46	6,67	+0,79
24 38	13,0	13,55	—0,55
24 38	12,97	13,55	—0,58
24 34	12,81	13,46	—0,65
25 18	13,81	14,39	—0,58
30 10	21,32	21,76	—0,44
30 2	21,60	21,53	+0,07
30 0	20,97	21,47	—0,50
34 58	32,13	31,51	+0,62
34 42	30,32	30,89	—0,57
34 34	30,00	30,58	—0,58
39 52	44,81	44,93	—0,12
39 38	43,65	44,19	—0,54
34 32	43,49	43,88	—0,39
43 22	57,13	57,48	—0,35
43 42	60,10	58,83	+1,27
44 22	[illegible]	61,64	+0,66

W[illegible]r = 0,41.

Bei der vorstehenden Tabelle ist zu bemerken, dafs die Versuche nicht ganz in der Ordnung angestellt wurden, wie sie aufgeführt sind, ferner, dafs bei den starken Strömen der ganze Draht, und daher auch die Eisenstangen, so beträchtlich erhitzt wurden, dafs man auf längere Zeit sie nicht mit der Hand berühren konnte, indem die Temperatur sich auf 60° bis 70° R. belaufen mochte. Da nun aus der Berechnung hervorzugehen scheint, dafs die Anziehungskraft noch um ein Geringes stärker ist, als das Verhältnifs der Quadrate zuläfst, und dieser Umstand sich vielleicht durch die Temperaturerhöhung des weichen Eisens erklären liefse, welche es befähigt bis auf eine gewisse Gränze hinaus, einen stärkeren temporären Magnetismus anzunehmen, so wurde der erste Versuch, der durch ein Sternchen bezeichnet ist, mit einem schwächeren Strom erst am Ende der Reihe angestellt nachdem das Eisen durch die stärkeren Ströme bereits erhitzt war. Man sieht indessen, dafs diese Beobachtung keine auffallende Verschiedenheit darbietet, so dafs der Einflufs der Wärme wahrscheinlich noch innerhalb der Beobachtungsgränze liegt. Um Mifsverständnisse zu vermeiden, wollen wir hier bemerken, dafs, *da die wirkliche Stärke des Stromes gemessen wurde*, der durch Erwärmung des Drahtes vergröfserte Leitungswiderstand derselben von keinem weiteren Einflufs ist.

Dritte und Vierte Beobachtungsreihe.

Die beiden mit einer gleichen Anzahl Windungen umgebenen Eisenstangen waren 5½" lang, ½" dick. Die Tab. III enthält die Versuche, wo beide Stangen magnetisch waren, die Tab. IV aber diejenigen, wo nur die Spirale der untersten Stange mit der Kette verbunden war, wobei also die am Wagebalken befestigte, als Anker diente. Es war zwar auch eine Einrichtung getroffen worden, um die abstofsende Kraft zu messen, indessen erwies sich dieselbe als ungenügend, so dafs diese Versuche für jetzt aufgegeben werden mufsten.

Tabelle III.

α.	G.	$G = 84{,}03\, tg^2 . \alpha$.	Δ.
14° 10′	4,81	5,35	−0,54
14 16	4,97	5,43	−0,46
14 22	4,97	5,55	−0,58
26 2	19,16	20,05	−0,89
26 2	19,30	20,05	−0,75
26 12	19,65	20,35	−0,70
32 12	32,75	33,32	−0,57
33 4	35,08	35,62	−0,54
33 38	36,62	37,19	−0,57
35 2	40,97	41,30	−0,33
35 8	40,97	41,61	−0,64
43 52	78,30	77,63	+0,67
43 54	79,94	77,82	+1,12
43 58	77,65	78,18	−0,53
50 6	119,75	120,20	−0,45
50 12	122,05	121,05	+1,00
50 16	121,56	121,62	−0,06

Wahrscheinlicher Fehler = 0,46.

Tabelle IV.

α.	G.	$G = 20{,}26\, tg^2 . \alpha$.	Δ.
15° 52′	1,46	1,64	−0,18
15 54	1,46	1,64	−0,18
16 2	1,46	1,67	−0,21
28 47	5,65	6,11	−0,46
28 52	5,65	6,16	−0,51
29 2	5,81	6,24	− 0,43
37 36	11,32	12,01	−0,69
37 42	11,49	12,10	−0,61
37 50	11,49	12,22	−0,73
46 32	21,32	22,55	−1,52
46 37	21,16	22,68	−1,23
46 42	21,65	22,81	−1,16
52 28	32,97	34,32	−1,35
52 32	33,32	34,49	−1,17
52 44	33,81	34,99	−1,18
55 10	42,30	41,83	+0,47
55 17	42,62	42,20	+0,42
55 30	42,97	42,89	+0,08

α.	G.	G=20,26 tg².α.	Δ.
58° 32′	53,27	54,08	−0,81
58 46	55,30	55,08	+0,22
59 10	57,32	56,85	+0,47
60 4	62,62	61,10	+1,52
60 30	63,49	63,28	+0,21
60 58	67,46	65,75	+1,71

Wahrscheinlicher Fehler =0,6.

Bei allen diesen Versuchsreihen hält sich der wahr-
heinliche Fehler innerhalb solcher Gränzen, welche
e annehmbare Gröfse der Beobachtungsfehler nicht über-
hreiten, indem hierbei mannigfaltige zufällige Fehler-
aellen stattfinden, die sich der Berechnung gänzlich ent-
eben. Besser noch aber spricht dafür der Umstand,
afs man ein *regelmäfsiges* Wachsthum der Fehler nach
ner oder der andern Seite durchaus nicht wahrnehmen
ann, wenn auch in den letzten Beobachtungen mit den
ärkeren Strömen ein Hinneigen zu positiveren Differen-
en zwischen den beobachteten und berechneten Wer-
ien nicht ganz zu verkennen ist, ein Hinneigen, wel-
ies auf ein etwas stärkeres Steigen der Anziehung, als
ach den Quadraten der Ströme hinweist.

Es ist also durch unsere Versuche entschieden, dafs
*ie Anziehung zweier geradlinigen Elektromagnete oder
ines Elektromagneten und Ankers sich wie die Qua-
rate der magnetisirenden Ströme verhalten*, wobei wir
renigstens vorläufig noch die Beschränkung wollen gel-
en lassen, dafs beide sich nicht unmittelbar berühren,
ondern um etwa eine Linie von einander abstehen müs-
en. Dieses war aber der Fall bei unseren früheren
ersuchen mit der elektrischen Wage, welche eine den
uadraten der Ströme proportionale Correction noth-
rendig machten, *die hierdurch gerechtfertigt ist.* Auch
[illegible] die elektromagnetischen Maschinen gelten dieselben
[illegible] da auch hier die Elektromagneten in einiger
[illegible]g vor einander vorbeigehen. Man übersieht,

von wie hoher Bedeutung hier das nachgewiesene Gesetz wird.

Es ist interessant, die Anziehungskraft zweier Elektromagnete von gleicher Stärke mit der zu vergleichen, welche stattfindet, wenn nur das eine Individuum elektromagnetisch ist, das andere also wie weiches Eisen agirt, und nur durch Vertheilung Magnetismus annimmt. Hierzu können uns die Versuche Tab. III und IV dienen, wo in IV das eine Eisen nicht magnetisirt ward, in III aber beide Eisen gleich stark magnetisch sind. Wir erhielten nämlich

aus der Reihe III die Anziehung $G=84{,}05 . tang\ \alpha$
 - - - IV - - $G=20{,}26 . tang\ \alpha$

Folglich ist für gleiche Ablenkungswinkel α, d. h. für gleiche magnetisirende Ströme, die Anziehung zweier Elektromagnete etwa vier Mal stärker als die zwischen Elektromagnet und Eisen. Wir enthalten uns für jetzt Folgerungen aus diesem Umstande zu entwickeln.

Es war natürlich, dafs wir das so eben ausgesprochene Gesetz der Anziehung, proportionirt den Quadraten des Stroms, auch für die Anziehungskraft von Eisenstangen prüften, wenn dieselbe hufeisenförmig gebogen, also mit beiden Polen beschäftigt sind, um so mehr, da in dieser Art die oben erwähnten Versuche von Fechner etc. angestellt waren, welche ein von dem Vorhergehenden ganz verschiedenes Resultat geben. Zuvörderst müssen wir aber bemerken, dafs in Betracht der Umstände, unter welchen jene Versuche angestellt wurden, sie keine Ansprüche auf ein zu grofses Gewicht machen können, denn namentlich war bei allen dreien der Strom, welcher die Spiralen durchlief, nicht wirklich gemessen, sondern theils aus andern Elementen berechnet, theils nur in einer Nebenschliefsung beobachtet worden, deren Leitungswid[illegible] Erwärmung der Drähte, nicht

constant blieb. Indessen ist aber der Umstand, ob die Tragkräfte im einfachen oder im quadratischen Verhältnifs der Ströme stehen, zu bedeutend, als dafs er sich nicht auch aus diesen Versuchen hätte ergeben sollen. Es war daher nothwendig diesen Gegenstand noch einmal der Prüfung zu unterwerfen, und das ging um so leichter, da Einer von uns schon früher einen sorgfältig construirten einarmigen Hebel zum Abreifsen eines Ankers hatte anfertigen lassen. Die Beschreibung dieses Instruments wird einer andern Gelegenheit vorbehalten, und es soll nur erwähnt werden, dafs besondere Sorgfalt darauf verwandt worden war, um ein möglichst gleichförmiges Anliegen des Ankers am Hufeisen zu bewirken. Beide, der Anker und das Hufeisen, hatten eine ähnliche Form, und beide waren mit einer gleichen Anzahl, nämlich mit 228 Winduugen eines etwa $\frac{3}{4}'''$ dicken Drahts umwunden. Bei der Verbindung dieses Drahts mit der Batterie befand sich immer die oben erwähnte Tangentenbussole in dem Kreise der Kette.

Alle Vorsichtsmafsregeln dienten indessen nur dazu, für die bei gleichen Strömen angestellten Versuche unter sich ziemlich übereinstimmende Resultate zu erhalten; zu dem *erwarteten* Resultate führten sie nicht, und es stellte sich nur heraus, dafs bei starker Magnetisirung die Tragkraft — wir sagen nicht das *Gesetz der Anziehung* — zweier Elektromagnete oder eines Hufeisens und seines Ankers, ein viel zu complicirtes Phänomen ist, als dafs ein so einfaches Gesetz, wie das quadratische oder das einfache, demselben genügen sollte. Schon der Umstand ist hier von grofser Bedeutung, dafs beide Arme des beweglichen Hufeisens oder Ankers nie zu gleicher Zeit abgerissen werden, was um so auffallender stattfindet, je stärker der Strom, und also die Anziehung ist. Wir geben in dem Folgenden die Beobachtungen, wie sie sich uns ergaben, vorläufig als blofses Material zu künftiger Benutzung.

Tabelle V.

Beide Hufeisen waren magnetisirt und ihre Endflächen berührten sich unmittelbar.

No. des Versuchs.	Ablenkung des Multiplicators. α.	Tragkraft G in Pfund	Mittlerer Werth von 10000. $tang\ \alpha$.	Mittlerer Werth v. G.	Bemerkung.
1	39° 30′	312	8243	303	
	39 40	302			
	39 20	294			
2	17 38	215	3178	215	
	17 38	216			
	17 38	214			
3	18° 36′	299	3297	288	Diese Versuche sind nicht mit den oberen vergleichbar, da die Multiplicatorspirale der Tangentenbussole, von der Nadel mehr entfernt worden war.
	18 22	280			
	18 6	287			
	17 56	285			
4	9 14′	209	1569	209	
	8 56	211			
	8 50	212			
	8 42	206			

Bei den Versuchen 1 und 2 war das Verhältnifs der Ströme $=2,6$, das der Tragkräfte $=1,4$.

Bei den Versuchen 3 und 4 war das Verhältnifs der Ströme $=2,1$, das der Tragkräfte $=1,3$.

In beiden Fällen ist also das Verhältnifs der Tragkräfte bedeutend *geringer* als das einfache Verhältnifs der Ströme es fordert, statt dafs wir es, unter anderen Bedingungen, wie das der Quadrate der Ströme gefunden hatten.

Tabelle VI.

Das feste Hufeisen wurde magnetisirt, das bewegliche diente als bloſser Anker, die Endseiten berührten sich unmittelbar.

No. des Versuchs.	α.	G.	Mittlerer Werth von 10000. tang α.	Mittlerer Werth von G.	Bemerkungen.
1	45° 54'	253	10206	257	
	45 32	258			
	45 12	260			
2	23 0	174	4213	216	
	22 50	170			
	22 42	175			
3	20° 16'	214	3613	216	Auch diese Beobachtungen sind nicht mit den oberen vergleichbar.
	20 00	219			
	19 42	222			
	19 30	211			
4	9 34	147	1683	143	
	9 32	144			
	9 4	142			
	8 54	141			

Aus 1 und 2 erhalten wir das Verhältniſs der Ströme =2,4, das der Tragkräfte =1,5.

Aus 3 und 4 erhalten wir das Verhältniſs der Ströme =2,2, das der Tragkräfte =1,5.

Auch hier ist das Verhältniſs der Tragkräfte bedeutend geringer wie das der Ströme, und nahezu in demselben Verhältnisse wie dort.

Die im Vergleich zu den Strömen auffallend geringen Tragkräfte veranlaſsten uns, eine nochmalige Prüfung vermittelst eines ganz anderen Apparats vorzunehmen,

um zu sehen, ob nicht irgend ein, von uns übersehener, Umstand in der Construction des Abreifshebels die Ursache der so sehr von unserem früheren abweichenden Resultate sey. Es ward zu dem Zwecke ein elektromagnetisches Hufeisen mit seinen beiden Schenkeln senkrecht nach oben befestigt, und, nach Magnetisirung desselben durch den galvanischen Strom, der Anker zugleich mit einem dazwischen gebrachten, nach Muncke's Angabe construirten Regnier'schen Dynamometer abgerissen. Der Strom ward durch die Tangentenbussole gemessen. Die folgende Tabelle VII giebt die Versuche mit einem *flachen* geraden Anker, wo α die Ablenkung des Multiplicators und G die Tragkraft in Pfunden ausdrückt:

Tabelle VII.

α,	G in Pfunden.
26° 36′	115
29 16	116
29 36	132,5
30 34	71,5
30 40	92
30 40	80

Wie man sieht, sind hier die Tragkräfte bei fast gleichen Strömen so ungemein verschieden, dafs hieraus der grofse Einflufs, den die Art des Anlegens des Ankers, welches bei diesen Versuchen nach dem Augenmaafse und nicht, wie beim Abreifshebel, immer auf dieselbe Weise geschieht, recht augenscheinlich wird. Da wir hiernach mit diesem Anker nicht auf einigermafsen brauchbare Resultate rechnen konnten, so vertauschten wir denselben mit einem abgerundeten Anker, der also die Pole des Elektromagneten nur in einer geraden Linie berührte. Hier zeigen allerdings die unter gleichen Umständen erhaltenen Resultate viel mehr Uebereinstimmung unter einander, als die früheren, wie aus der folgenden Tabelle VIII sich ergiebt.

Tabelle VIII.

No. des Versuchs.	Ablenkungen.	*G* in Pfunden.	Mittlerer Werth von 10000. *tang α*.	Mittlerer Werth von *G*.
1	39° 16′	167	8336	167,3
	39 52	165		
	40 36	170		
2	31 6	132	6020	131,2
	30 56	127		
	31 6	135		
3	25 16	86	4738	89,0
	25 24	92		
	25 24	89		
4	17 36	60	3169	57,3
	17 36	55		
	17 32	57		
5	9 16	25	1632	24,8
	9 16	24,5		
	9 16	25		

Hieraus ergiebt sich für Versuch:

1 und 2, Verh. der Ströme = 1,39; der Tragkräfte = 1,27
2 - 3 - - - = 1,27; - - = 1,46
3 - 4 - - - = 1,49; - - = 1,55
4 - 5 - - - = 1,94; - - = 2,31
1 - 5 - - - = 5,13; - - = 6,75

Im Allgemeinen wachsen zwar die Tragkräfte in einem stärkeren Verhältnisse als die Ströme, indessen keinesweges im quadratischen. Es wird um so vortheilhafter, je geringer die Kraft ist, die zum Abreifsen erfordert wird, so dafs es hierbei weniger auf die relativen Tragkräfte, als auf die absoluten anzukommen scheint, weshalb auch diese Versuche der Tab. VIII ein besseres Resultat geben, als die der Tab. VI.

Da durch die Versuche mit dem Dynamometer klar

wurde, dafs nicht die Construction des Abreifshebels die Anomalien in den Resultaten verschuldete, sondern dafs sie in der Natur des Abreifsens begründet seyn müssen, so wurden die folgenden Versuche wiederum mit dem Abreifshebel angestellt, und zwar so, dafs sich die beiden elektro-magnetischen Hufeisen nicht mehr unmittelbar berührten, sondern durch zwischengebrachte Platten auf $\frac{1}{16}$ Zoll Entfernung gehalten wurden. Die drei letzten Columnen in den folgenden Versuchsreihen enthalten die Verhältnisse der Ströme, die der Tragkräfte und die der Quadrate der Ströme, wie sie sich aus je zwei aufeinanderfolgenden Versuchen ergeben:

Tabelle IX.

Nur das feste Hufeisen magnetisirt, das bewegliche dient als Anker.

No. des Versuchs.	α.	G.	Im Mittel $lg\,\alpha.10000$	G.	Verhältniss d. Ströme.	Verhältniss der Tragkräfte.	Verhältniss d. Quadr. d. Ströme.
1	8° 36′	6,0	1507	6,0			
	8 34	6,2					
	8 34	5,8					
	8 34	6,2					
					1,80	3,15	3,25
2	15 16	19,4	2717	18,9			
	15 14	18,9					
	15 12	18,5					
	15 7	18,9					
					1,31	1,70	1,71
3	19 46	33,0	3554	32,2			
	19 40	32,4					
	19 30	31,6					
	19 32	32,0					
					1,02	1,03	1,04
4	20 8	33,6	3711	33,0			
	20 0	33,0					
	19 54	33,0					
	19 44	32,4					
					1,17	1,28	1,38
5	23 8	43,0	4258	42,3			
	23 4	43,0					
	23 2	42,4					
	23 0	41,0					

Hier

Hier kommt das Verhältnifs der schwächeren Trag-
räfte dem der Quadrate der Ströme ziemlich nahe, und elbst für die stärksten Gewichte der Versuche 3, 4, 5 ibersteigt es das einfache Verhältnifs noch bedeutend; veniger ist dieses bei der folgenden Versuchsreihe der 'all, wo bei einer Belastung von 92 Pfund und 79 Pfund lie Ströme sogar im Verhältnifs stärker sind als diese Gewichte.

Tabelle X.

No. des Versuchs.	α.	G.	Im Mittel tg α.10000	Im Mittel G.	Verhältnifs der Ströme.	Verhältnifs der Tragkraft.	Verhältnifs d. Quadr. d. Ströme.
1	6° 26′	13,3	1131	13,2			
	6 28	13,2					
	6 28	13,2					
	6 28	13,2					
					1,86	3,18	3,44
2	12 0	44,0	2098	42,0			
	11 52	42,0					
	11 48	41,0					
	11 44	41,0					
					1,35	1,56	1,82
3	16 0	69,0	2833	65,4			
	15 50	66,2					
	15 46	66,4					
	15 42	60,0					
					1,08	1,11	1,16
4	16 46	74,0	3051	72,6			
	17 7	72,4					
	17 3	72,5					
	16 55	71,6					
					1,05	1,09	1,10
5	17 49	80,4	3204	78,8			
	17 55	77,4					
	17 46	80,9					
	17 32	76,5					
					1,18	1,17	1,39
6	20 40	91,9	3779	92,1			
	20 48	91,7					
	20 44	91,2					
	20 36	91,6					

Obgleich aus den letzten Versuchen mit den hufeisenförmig gebogenen Stangen kein entschiedenes Resultat hervorgeht, so dienen sie doch wenigstens zur Rechtfertigung, nicht der von den oben erwähnten Physikern aus ihren Versuchen gezogenen Schlüsse, sondern zur Rechtfertigung dieser Versuche selbst. Dafs die Anziehungskräfte sich verhalten wie die Producte aus den magnetischen Intensitäten, ist ein ganz allgemeines Gesetz, das bei allen magnetischen Intensitätsuntersuchungen zum Grunde gelegt wird. Durch unsere Versuche der Tab. I bis Tab. IV ist diesem Gesetze für den speciellen Fall, wo der Magnetismus durch elektrische Ströme hervorgerufen wird, vollkommene Bestätigung geworden. Dafs bei der Anziehung hufeisenförmiger Magnete Modificationen eintreten, thut dem Gesetze an sich weiter keinen Eintrag, und es scheint vorläufig nicht so gar dringend, nähere Untersuchungen darüber anzustellen, wodurch diese Anomalien veranlafst seyn könnten. Bis zur vollen Aufklärung dieses Gegenstandes mufs man sich nur hüten solche hufeisenförmige Eisenstangen als Maafs zu gebrauchen, um aus ihrer Tragkraft auf die magnetische Intensität, oder umgekehrt, aus der magnetischen Intensität auf die Tragkraft zu schliefsen.

II. *Von einer Veränderung des elektromotorischen Zustandes der Oberfläche des Zinks in Berührung mit alkalischen Flüssigkeiten unter Mitwirkung des elektrischen Stromes;*
von P. S. Munck af Rosenschöld.

Dafs die Abnahme der Wirkung einer galvanischen Kette, die nach dem Schliefsen derselben durch einen guten Leiter gewöhnlich schnell erfolgt, zum Theil in

einer Veränderung des elektromotorischen Zustandes der Oberfläche der Metalle ihren Grund hat, ist schon seit langer Zeit anerkannt worden. Diese Veränderung findet der Regel nach nur an denjenigen Metallflächen statt, in welche der elektrische Strom von der Flüssigkeit übergeht, d. h. bei einer einfachen galvanischen Kette an dem sogenannten negativen Metalle. Es kommt jedoch viel auf die Natur der Flüssigkeit an, und Fälle sind später entdeckt, wo ein entgegengesetztes Verhalten stattfindet, die um so mehr eine nähere Berücksichtigung verdienen, weil sie nur wenig studirt worden sind. Flüssigkeiten dieser Art sind *concentrirte Schwefelsäure*, *Schwefelleberlösung* und eine Auflösung von *kohlensaurem Kali* oder *Natron*. Auch das kaustische Kali, wenn nur die Lösung sehr verdünnt ist, gehört hierzu. Wird eine galvanische Kette in den genannten Flüssigkeiten geschlossen, so trifft die Veränderung allein, oder wenigstens hauptsächlich, das positive Metall. Bei der Untersuchung, die hierüber angestellt worden ist, habe ich mich vorzüglich einer einfachen Zinkkupfer-Kette und als Flüssigkeit einer Auflösung von kohlensaurem Kali bedient. Ich bemerke hier, dafs ich unter kohlensaurem Kali das früher sogenannte basische Salz verstehe (*carbonas kalicum*); denn die mit Säure gesättigte Verbindung (*bicarbonas kalicum*) verhält sich wie andere neutrale Salze.

Wird eine Zinkkupfer-Kette in einer Auflösung von kohlensaurem Kali gleich nach dem Eintauchen geschlossen, findet anfangs eine starke Wirkung statt, die jedoch, wenn die Lösung nicht zu sehr concentrirt ist, gewöhnlich so schnell abnimmt, dafs der Strom in wenigen Minuten fast verschwindet. Wenn die Wirkungsabnahme noch nicht zu weit fortgeschritten ist, wird eine beträchtliche Vermehrung der Stromkraft durch Bewegung der Flüssigkeit bemerklich. In meiner früheren Abhandlung (diese Annal. Bd. XXXXIII S. 462) ist festgesetzt worden, dafs bei einer Zinkkupfer-Kette in der fraglichen

Lösung nur Bewegung der Flüssigkeit an der Oberfläche des Zinks den Strom bedeutend vermehrt. Ich habe jedoch später gefunden, dafs diefs nicht allgemein wahr ist. Es sind bei meinen Versuchen mit kohlensaurem Kali mehrere Fälle vorgekommen, wo eine Bewegung der Flüssigkeit an der Oberfläche des Kupfers mehr zur Wirkungswiederherstellung der Kette beiträgt, als eine Bewegung am Zink, und bisweilen wirkt sie allein. Es kommt hierbei viel auf Nebenumstände, z. B. die Reinheit und Politur der Oberfläche der Metalle, die Concentration der alkalischen Lösung u. s. w., an. Indem die Wirkungsabnahme der Kette mehr fortschreitet, wird das Steigen der Kraft durch Bewegung der Flüssigkeit unbedeutender und hört zuletzt auf. Wird die Kette, nachdem sie eine gewisse Zeit geschlossen worden, geöffnet, so nimmt die Wirkung zwar zu, aber der Strom wird bei weitem nicht seine anfängliche Kraft erreichen. Wenn z. B. die Kette anfangs einen Strom von 50° Ablenkung der Magnetnadel erregte, und so lange geschlossen worden ist, bis die Wirkung fast aufgehört hat, so wird der Strom sogar nach mehrstündigem Oeffnen bei neuer Schliefsung kaum 5° betragen.

Obgleich die Bewegung der Flüssigkeit, nachdem die Kette eine Zeit lang geschlossen worden ist, zur Wirkungswiederherstellung nicht beiträgt, wäre es doch irrig, daraus zu schliefsen, dafs die Unwirksamkeit der Kette nicht auf einer Verminderung der elektromotorischen Kraft beruhe; denn eine veränderte Spannung kann eben sowohl durch eine Veränderung des elektromotorischen Zustandes des starren, als des flüssigen Körpers bewirkt werden. Leidet nur die Oberfläche des starren Körpers eine Veränderung, kann die Bewegung der Flüssigkeit keine Zunahme des Stromes bewirken; denn in diesem Falle ist es gleichgültig, mit welchen Theilen der Flüssigkeit jene in Berührung kömmt. Obgleich das Steigen des Uebergangswiderstandes am Zink, wie schon meine

früheren Versuche beweisen (Ann. Bd. XXXXIII S. 483), gewifs nicht zu übersehen ist, ist doch die Unwirksamkeit der Kette in der Auflösung von kohlensaurem Kali eigentlich eine Folge eines besonderen elektromotorischen Zustandes der Oberfläche des Zinks. Um dieses zu beweisen, darf man nur an die Stelle des Kupfers der obigen Kette eine frisch gescheuerte Zinkplatte setzen, und beide Zinkplatten mit den Drahtenden des elektromagnetischen Multiplicators verbinden. Es erfolgt in diesem Falle eine starke Ablenkung der Nadel, aber in einer der vorigen entgegengesetzten Richtung, zum Beweise, dafs eine Gegenspannung am Zink hervorgerufen ist. Diese Gegenspannung dauert noch fort, wenn man das Zink herausnimmt, mit einem leinenen Tuche abtrocknet oder mit Wasser abspült, und wieder in die Flüssigkeit setzt; und daraus erhellt, dafs sie in einer Veränderung des elektromotorischen Zustandes des Zinks ihren Grund haben mufs. Dafs eine solche Veränderung verhältnifsmäfsig nur wenig am Kupfer stattfindet, beweist der Umstand, dafs die Wirkung der Kette nur unbedeutend verstärkt wird, wenn eine neue Kupferplatte dem Zink entgegengesetzt wird. Eben so erhält man nur eine schwache Ablenkung der Nadel, wenn eine neue Kupferplatte mit der vorigen zur Kette geschlossen wird.

Dafs der elektromotorische Zustand des Zinks weit mehr als der des Kupfers in der alkalischen Lösung verändert wird, beweist auch das Verhalten der Kette bei Erhitzung der Metalle. Es ist durch De la Rive's Versuche bekannt [1]), dafs bei einem homogenen galvanischen Paare, welches mit einem Volta'schen Apparat in Verbindung gesetzt wird, nur eine Erhitzung derjenigen Metallplatte, in welche der elektrische Strom von der Flüssigkeit übergeht, die Wirkung vermehrt. Auch bei einem heterogenen Paare, das für sich zur Kette geschlos-

1) Diese Annalen, Bd. XXXXII S. 99.

sen wird, ist, nach meiner Erfahrung, nur die Erhitzung desjenigen Metalles von Einfluſs, in welches der elektrische Strom von der Flüssigkeit einflieſst, in allen den Fällen nämlich, wo die Gegenspannung bei diesem Metalle hervortritt, d. h. in allen neutralen Salzlösungen, verdünnten Säuren und reinem Wasser nur die Erhitzung des negativen Metalls. In dem gegenwärtigen Falle aber verhält es sich fast umgekehrt; denn die Erhitzung des Zinks [1]) bewirkt eine sehr beträchtliche Zunahme der Stromkraft, dagegen die Erhitzung des Kupfers eine nur geringe.

Der veränderte Zustand des Zinks scheint sich mit der Zeit nur wenig zu verlieren. Man kann eine solche Zinkplatte abtrocknen und mehrere Tage liegen lassen, und doch wird sie, wieder mit Kupfer in der alkalischen Lösung zur Kette geschlossen, nur einen schwachen Strom erregen. Eben so dauert dieser Zustand so ziemlich im Wasser und selbst in Salzlösungen fort, die auf das Zink nicht chemisch wirken. Taucht man aber die Zinkplatte nur kurze Zeit in verdünnte Schwefelsäure oder in eine concentrirte Lösung von kaustischem Kali, so kehrt sie sogleich in den normalen Zustand zurück und erregt mit Kupfer wieder einen starken Strom. Auch durch Abfeilen oder Scheuern mit Schmirgelpapier wird der abnorme Zustand völlig aufgehoben, zum Beweise, daſs nur die Oberfläche, und keinesweges die inneren Theile des Zinks eine Veränderung erlitten haben.

Ich war anfangs der Meinung, daſs die eben erwähnte Veränderung des elektromotorischen Zustandes der Oberfläche des Zinks nur eine Wirkung des Stro-

1) Weil das Zink keine groſse Hitze erträgt, wurde an dieses eine gleich breite Platte von Kupfer gelöthet, die so in einen rechten Winkel gebogen wurde, daſs die Löthstelle der Flüssigkeit ziemlich nahe zu stehen kam. Jetzt konnte man den hervorragenden horizontalen Theil der Kupferplatte bis zum Glühen erhitzen, ohne eine Schmelzung des Zinks befürchten zu dürfen.

mes war; sie tritt jedoch schon, wie ich mich zur Genüge überzeugt habe, im ungeschlossenen Zustande der Kette, durch die bloſse Berührung mit der alkalischen Lösung ein, und wird durch den elektrischen Strom beschleunigt. Läſst man daher eine Zinkplatte mit der Auflösung von kohlensaurem Kali eine Zeit lang in Berührung stehen, so wird sie, mit einer anderen Zinkplatte in derselben Lösung zur Kette geschlossen, einen beträchtlichen Strom erregen, und zwar so, daſs jene sich zu dieser wie ein negatives Metall verhält. Es kann jedoch auf diese Weise mehrere Stunden dauern, ehe eine Veränderung hervorgebracht wird, die, beim Schlieſsen des Zinks mit Kupfer, schon nach wenigen Minuten erfolgt. Die Wirkung der Berührung ist jedoch schneller, wenn das Zink zuvor in den abnormen Zustand gesetzt, und dieser wieder, durch kurzes Eintauchen in verdünnte Schwefelsäure, aufgehoben ist. Durch die Veränderung, die das Zink durch die bloſse Berührung mit der Auflösung von kohlensaurem Kali erleidet, erklärt sich, warum die Wirkung nach Oeffnung der Zinkkupfer-Kette nur wenig zunimmt. Die Wirkung der alkalischen Lösung auf das Kupfer ist dieselbe, wie die auf das Zink, nur weit schwächer. Eine Kupferplatte, die eine Zeit lang in der Lösung von kohlensaurem Kali gestanden hat, erregt daher mit einer frisch gescheuerten Kupferplatte in derselben Lösung einen schwachen Strom, der von letzterer durch die Flüssigkeit zur ersteren geht. Wird aber die Kupferplatte mit Zink zur Kette geschlossen, so unterstützt der Strom die Wirkung der Berührung nicht, wie dieſs mit dem Zink der Fall ist, sondern wirkt derselben entgegen, und daher verhält sich jene gegen eine frische Kupferplatte zuerst wie ein positives Metall, und erst nachdem der Strom sehr geschwächt worden ist, tritt das entgegengesetzte Verhalten ein.

Weil die Veränderung des elektro-motorischen Zustandes des Zinks nicht einzig eine Wirkung des elek-

trischen Stromes ist, sondern schon aufser der Kette bei der blofsen Berührung mit der alkalischen Lösung stattfindet, so erhellt die Möglichkeit einer Umkehrung der Richtung des Stromes während des Geschlossenseyns der Kette. Ein solcher Fall ist bei meinen Versuchen wirklich eingetroffen. Nachdem eine Zinkkupfer-Kette in der Auflösung von kohlensaurem Kali eine Zeit lang durch den Multiplicator geschlossen gestanden hatte, bemerkte ich, dafs die Nadel, deren normale Ablenkung östlich war, über den Nullpunkt ein Wenig nach Westen gekommen war. In der Vermuthung, dafs diefs von der zufällig nicht genauen Stellung des Instrumentes herrührte, hob ich die Schliefsung auf; aber jetzt kehrte die Nadel auf den Nullpunkt zurück. Wurde die Kette gleich darauf wieder geschlossen, so erfolgte eine Ablenkung der Nadel nach Westen von $3^{\circ}\frac{1}{2}$. Nach 5 Min. Oeffnung betrug sie bei neuer Schliefsung 6° nach Westen. Durch das Schliefsen der Kette kehrte der vorige Zustand bald zurück, und die Ablenkung der Nadel wurde sehr schwach, aber noch westlich. Es fand also hier die gewöhnliche Wirkungsabnahme durch Schliefsung und die Wirkungswiederherstellung durch Oeffnung der Kette nur umgekehrt statt. Es scheint mir diefs ein strenger Beweis zu seyn, dafs der Strom eigentlich nur dahin strebt, die Wirkung der Kette auf Null zu führen, und hierdurch wird meine früher über die Ladung aufgestellte Ansicht bestätigt, der zufolge die eigenthümliche, nach dem Schliefsen eintretende Wirkungsabnahme einer galvanischen Kette, darauf beruht, dafs die Differenz der freien Elektricitäten, die an der Stelle, wo sich die Flüssigkeit und das Metall berühren, wegen des daselbst stattfindenden Leitungswiderstandes, durch den Strom hervorgerufen wird, und nothwendig der elektro-motorischen Kraft der Kette dem Zeichen nach entgegengesetzt ist, allmälig in Spannung übergeht, d. h. zu einer stehenden Differenz verwandelt wird. Eine andere

Ursache der Wirkungsabnahme ist jedoch nicht zu übersehen, nämlich das Steigen des Uebergangswiderstandes, das ebenfalls eine Wirkung des Stromes zu seyn scheint, und den bisherigen Erfahrungen gemäfs gerade an derselben Stelle stattfindet, wo die Gegenspannung entsteht.

Wurde, während der Strom der Kette umgekehrt war, die Flüssigkeit an den Oberflächen der beiden Metalle bewegt, so stieg die Stromkraft etwas, in beiden Fällen ungefähr gleich viel, zum Beweise, dafs sich auch hier zwischen Flüssigkeit und Metall Spannungen bildeten, die der vorhandenen elektro-motorischen Kraft der Kette entgegengesetzt waren. Wurde die bisherige Kupferplatte herausgenommen und eine neue an deren Stelle gesetzt, so war die Ablenkung der Nadel noch westlich, aber viel stärker als früher. Wurde die letzte Kupferplatte an die Stelle des Zinks gesetzt und mit der vorigen zur Kette geschlossen, so bewegte sich die Nadel nach Osten bis auf 22°. Alles diefs beweist, dafs, unter Mitwirkung des umgekehrten Stromes, der elektromotorische Zustand des Kupfers bedeutend verändert wurde, und zwar so, dafs es sich wie ein negatives Metall gegen gewöhnliches Kupfer verhielt. Diefs ist auch der Theorie gemäfs; denn während die elektro-motorische Kraft der Zinkkupfer-Kette umgekehrt war, spielte das Kupfer die frühere Rolle des Zinks, und daher wurde die Wirkung der alkalischen Lösung auf das Kupfer durch den Einflufs des Stromes unterstützt. Wurde eine Zinkplatte an die Stelle des Kupfers gesetzt und mit der vorigen Zinkplatte durch den Multiplicator geschlossen, so sprang die Nadel mit grofser Heftigkeit gegen Westen, kam aber binnen Kurzem unter 5° zurück. Hierdurch verlor das Zink seinen vorigen Zustand gröfstentheils, und brachte mit Kupfer eine starke östliche Ablenkung der Nadel hervor, die doch nach einiger Zeit wieder in eine westliche überging. Wurde, während der Strom der Kette umgekehrt war, der hervorragende horizontale

Theil der Kupferplatte erhitzt, so stieg die westliche Ablenkung der Nadel von $\frac{1}{2}$ bis ungefähr 2°. Wurde nachher die an das Zink gelöthete Kupferplatte erhitzt, blieb die Nadel anfangs unbeweglich, fing aber bei zunehmender Hitze an sich nach Osten zu bewegen, und kam zuletzt bis auf 40° östlich. Während des Abkühlens trat der vorige Zustand wieder ein. Dieser Versuch, der mir merkwürdig scheint, wurde mehrmals mit demselben Erfolge wiederholt.

Merkwürdig ist, dafs der abnorme Zustand der Oberfläche des Zinks, auch wenn er in dem Grade stattfand, dafs der Strom der Kette umgekehrt war, aufser Berührung des Zinks mit der alkalischen Lösung lange Zeit ohne merkbare Schwächung fortdauerte. Der Strom der Zinkkupfer-Kette war den einen Tag so stark umgekehrt, dafs die erste Oscillation der Nadel 20° nach Westen betrug. Nachdem das Zink abgetrocknet war und eine Nacht über gelegen hatte, fand ich den Strom beim Schliefsen mit derselben Kupferplatte in der alkalischen Lösung sogar noch stärker umgekehrt, so dafs die erste Oscillation der Nadel 22° betrug. Es ist jedoch möglich, dafs der Widerstand des Ueberganges am Zink den zweiten Tag geringer gewesen ist.

Obgleich das Zink in Berührung mit der alkalischen Lösung zuletzt so verändert wurde, dafs die erste Oscillation der Nadel beim Schliefsen der Kette eine Amplitude von ungefähr 20° nach Westen hatte, war doch die Ablenkung noch schwach östlich, wenn das Kupfer gegen Platin ausgetauscht wurde. Obgleich so bei diesen Ketten der Strom vom Kupfer durch die Flüssigkeit zum Zink, und vom Zink durch die Flüssigkeit zum Platin ging, so würde man sich jedoch von der Sache einen falschen Begriff machen, wenn man annehmen wollte, dafs das Zink durch den Einflufs der Auflösung von kohlensaurem Kali so negativ gemacht würde, dafs es in der elektrischen Reihe über Kupfer hinausgerückt, zwi-

schen diesem und dem Platin zu stehen käme. Wenn ich angeführt habe, dafs der Strom der Zinkkupfer-Kette umgekehrt war, gilt diefs nur in der eben erwähnten und ähnlichen Lösung, und in anderen Flüssigkeiten verhält es sich anders. Wurde daher dieselbe Kette in Brunnenwasser getaucht, erfolgte nach dem Schliefsen ein Strom in der gewöhnlichen Richtung, d. h. vom Zink durch das Wasser zum Kupfer. Dafs aber das Zink wirklich in einen negativeren Zustand gekommen war, erhellte daraus, dafs es eine bedeutende westliche Ablenkung der Nadel mit frisch gescheuertem Zink im Wasser hervorbrachte. Setzte man Blei an die Stelle des letzteren, so fand eine merkbare, obgleich schwache östliche Ablenkung statt. Man dürfte daher annehmen, dafs das Zink durch den Einflufs des kohlensauren Kalis in der elektrischen Reihe höchstens an die Stelle des Bleies gekommen war. Es wird mir daher wahrscheinlich, dafs die Unwirksamkeit einer Zinkkupfer-Kette in einer Auflösung von kohlensaurem Kali eigentlich von einer Gegenspannung zwischen der Flüssigkeit und dem Zink herrühre, dafs aber diese Gegenspannung selbst auf einem veränderten elektro-motorischen Verhalten der Oberfläche des Zinks beruhe. Man kann sich aber nicht wohl eine Veränderung des elektro-motorischen Zustandes der Zinkoberfläche denken, ohne zugleich anzunehmen, dafs diese Oberfläche gegen die zunächst liegenden inneren Theile des Zinks erregend wirke, und daher rührt vielleicht das oben erwähnte abnorme Verhalten des Zinks im Wasser. Eine Schwierigkeit bei dieser Erklärung liegt darin, dafs man annehmen mufs, dieselbe Zinkoberfläche, die positiver gegen die alkalische Lösung geworden ist, verhalte sich negativ gegen die inneren Zinktheile. Sie ist jedoch von keiner Erheblichkeit; denn die Flüssigkeiten weichen ganz von dem gegenseitigen elektro-motorischen Verhalten der festen Körper ab, und das gegen die übrigen Metalle positive Zink ist gerade am

meisten negativ gegen die Mehrzahl der Flüssigkeiten. Die gewöhnlichen Condensatorversuche können über diese Frage nicht entscheiden; denn man erhält dasselbe Resultat, die Spannung mag zwischen der Flüssigkeit und der Oberfläche des Metalls oder zwischen dieser und dessen inneren Theilen stattfinden. Das einzige Mittel hierüber zu einiger Gewifsheit zu kommen, besteht darin, dafs man nach Volta's und Fechner's Methode den zu untersuchenden Metallen condensirende Flächen giebt, und diese, ohne Dazwischenkunft der Flüssigkeit, mit einander in Berührung setzt. Wenn z. B. die beiden Platten von Zink sind, und die eine in der Auflösung von kohlensaurem Kali die eben erwähnte Veränderung seiner Oberfläche erlitten hat, so läfst sich, nach der Trennung der mit einander in unmittelbare Berührung gesetzten trocknen Platten, die Spannung nachweisen, die davon eine Folge ist.

Die eben erwähnten Erscheinungen lassen sich besser in einer schwachen Auflösung von kohlensaurem Kali, als in einer concentrirten beobachten. Das eigentliche Gewicht der Auflösung, in welcher eine Umkehrung der Richtung des Stromes der Zinkkupfer-Kette stattfand, betrug nur 1,07. Auch das kaustische Kali verändert den elektro-motorischen Zustand des Zinks, jedoch mufs die Lösung sehr schwach seyn. Schliefst man eine Zinkkupfer-Kette im Wasser, und giefst nach und nach unter beständigem Umrühren kaustisches Kali hinzu, so wird die Wirkung anfangs vermehrt, bald aber fängt sie an abzunehmen, und wird in Kurzem beinahe Null seyn. Jetzt ist der elektro-motorische Zustand des Zinks verändert, und das Oeffnen der Kette wird wenig dazu beitragen, die Wirkung wieder herzustellen. Das kohlensaure Natron verhält sich, so viel ich ermittelt habe, auf dieselbe Weise wie das kohlensaure Kali, aber das Verhalten des kaustischen Natrons in diesem Bezuge ist von mir nicht untersucht worden.

Ich kann nicht der Meinung seyn, dafs die eben erwähnte Veränderung der Oberfläche des Zinks durch eine gewöhnliche chemische Einwirkung der alkalischen Lösung bewirkt werde, denn der chemische Angriff der Flüssigkeit ist gerade das Mittel den veränderten Zustand aufzuheben. Hierdurch erklärt sich, warum eine Zinkkupfer-Kette, die in sehr verdünnter Auflösung von kaustischem Kali nur wenig Wirkung äufsert, in der concentrirten sehr wirksam ist; denn im letzten Fall wird das Zink oxydirt und der Strom ist mit sichtbarer Gasentwicklung begleitet. Es mufs also der Veränderung des elektro-motorischen Zustandes der Oberfläche des Zinks in den alkalischen Auflösungen eine Molecular-Wirkung eigener Art zum Grunde liegen.

Ob der veränderte elektro-motorische Zustand des Zinks nothwendig mit einer Veränderung seiner Verwandtschaften begleitet sey, will ich hier nicht entscheiden. Ich habe gefunden, dafs Zinkplatten, die mit Kupfer eine Zeit lang in der Auflösung von kohlensaurem Kali zur Kette geschlossen worden, nur mit Schwierigkeit oder gar nicht Kupfer aus einer Auflösung von schwefelsaurem Kupferoxyd niederschlagen. Setzt man eine solche Platte bis auf eine gewisse Tiefe der Einwirkung der diluirten Schwefelsäure aus, trocknet sie nachher ab und taucht sie in die Kupferlösung, so wird Kupfer, oder vielmehr dessen Oxyd, sogleich an der Stelle ausgeschieden, wo sie die Säure berührte. Es ist jedoch zu bemerken, dafs bisweilen auch gewöhnliches Zink, besonders wenn es an der Oberfläche angegriffen ist, der Einwirkung der Kupferauflösung im gewissen Grade widersteht.

III. *Ueber die chemischen Wirkungen schwacher elektrischer Ströme bei langer Dauer.*

Zur weiteren Verfolgung dieses in neuerer Zeit besonders von Hrn. Becquerel untersuchten Gegenstandes bediente sich Hr. Golding Bird einer einfachen Kette von ähnlicher Construction, wie sie von Hrn. Daniell zur Erlangung eines Stromes von unveränderlicher Intensität angewandt wird. Die Metall-Lösung, in der das Kupfer stand, befand sich in einem Glasrohr, das unten durch einen Pflock aus Gyps verschlossen war und in ein gröfseres Gefäfs mit Kochsalzlösung tauchte, welche eine Zinkplatte aufnahm. Beide Metalle wurden dann durch einen Draht verbunden. — Lösungen von Kupfer, Eisen, Zink, Wismuth, Antimon, Blei und Silber lieferten auf diese Weise schön ausgebildete Krystalle von starkem Metallglanz und grofser Festigkeit, die einen merkwürdigen Contrast zu den weichen schwammigen Massen bildeten, in denen man sie durch starke Batterien erhält. Selbst Nickel und Silicium wurden auf diese Weise im reducirten Zustand erhalten. Bei einer kleinen Abänderung der Kette bekam Hr. B. auch die Amalgame von Kalium, Natrium und selbst Ammonium, von denen das letztere jedoch schon nach einer Unterbrechung des Stroms von nur wenigen Secunden wiederum zerfiel. (*Phil. Mag. Ser. III Vol. X p.* 376.)

IV. *Ueber die elektrische Polarisirung der Metalle; von F. C. Henrici.*

In meinem Aufsatze über die Wirkung elektrischer Entladungen auf die sie vermittelnden Leiter habe ich (Ann. Bd. XXXXVI S. 585) die Meinung geäufsert, dafs auf die durch solche Entladungen zu bewirkende elektrische Polarisirung metallischer Leiter die chemische Natur der Flüssigkeit, in welcher dieselbe erfolgt, von bedeutendem Einflufs seyn möge.

Bei weiterem Nachdenken über diesen Gegenstand drängte sich mir bald die Vermuthung auf, dafs diese merkwürdige Erscheinung einer theilweisen Zersetzung der angewandten Flüssigkeit durch die hindurchströmende Elektricität und einer damit verbundenen Anlagerung des elektronegativen Bestandtheils derselben an den Draht, durch welchen die positive Elektricität in die Flüssigkeit eintritt, des elektropositiven Bestandtheils dagegen an den gegenüberstehenden, die Elektricität ableitenden Draht ihre Entstehung verdanken möchte. Nach dieser Ansicht würde z. B. eine Salpeterlösung theilweise in Aetzkali und Salpetersäure durch elektrische Entladungen, eben so wie durch einen galvanischen Strom, zersetzt werden, und die ausgeschiedene Salpetersäure an den einen, das ausgeschiedene Aetzkali an den andern Draht in der so eben bezeichneten Ordnung sich anlagern müssen. Da die Drähte, wenigstens Platindrähte, hierbei nur als Leiter zu betrachten sind, so würde die hervorgerufene elektrische Polarität aus der gegenseitigen galvanischen Action der nach der partiellen Zersetzung der Salpeterlösung vorhandenen drei heterogenen Flüssigkeiten abzuleiten seyn, welche in der Ordnung

+ Salpetersäure, Salpeterlösung, Aetzkalilösung —

an einander gränzen. Diese Ueberlegung hat mich, nebst anderen Beweggründen, veranlaſst, eine Reihe von Versuchen über die bei der Berührung heterogener Flüssigkeiten stattfindende Elektricitätsentwicklung zu unternehmen, über deren Ergebnisse ich hier Einiges mitzutheilen mir erlauben will, Anderes für eine andere Gelegenheit vorläufig zurücklegend.

Bei diesen Versuchen kam es wesentlich darauf an, die im ersten Augenblick der Berührung heterogener Flüssigkeiten frei werdende Elektricität aufzufangen und sichtbar zu machen, weil, indem zwei Flüssigkeiten in gegenseitige Berührung treten, sofort durch ihre Vermischung eine dritte intermediäre Flüssigkeit gebildet wird, von der sich im Voraus nicht beurtheilen läſst, welchen Einfluſs sie ausüben werde. Es erscheint daher als zwecklos, zu diesen Versuchen groſse Mengen von Flüssigkeiten anzuwenden, und dieſs um so mehr, da die unter den in Rede stehenden Umständen stattfindende Elektricitätsentwicklung oft so bedeutend ist, daſs man, bei Anwendung eines empfindlichen Multiplicators, darauf bedacht seyn muſs, dieselbe hinreichend zu schwächen, damit ihre Einwirkung auf die Multiplicatornadel nicht zu stark ausfalle. Diese Gründe haben mich bewogen, bei meinen Versuchen folgenden höchst einfachen Apparat anzuwenden.

Zwischen zwei auf einem Brettchen senkrecht befestigten (etwa $4\frac{1}{2}$ Zoll hohen) Säulen *AA'*, Fig. 7 Taf. II, läſst sich das Querholz *B* ohne Reibung in Nuthen auf und nieder bewegen, so daſs es, nicht gehalten, von selbst niederfällt. Dasselbe ist mit einer, zur Aufnahme von Quecksilber dienenden kleinen Vertiefung *a*, in welche der Platindraht *b* hineinreicht, und mit einer Durchbohrung *c* versehen, die zur Aufnahme des, einen zweiten Platindraht enthaltenden Glasröhrchens *d* bestimmt ist. Beide Platindrähte sind $\frac{9}{10}$ Millimeter dick und 45 Millimeter lang, und können in ein auf dem Brett-

Brettchen unter sie gestelltes Cylindergläschen C beliebig tief eingesenkt werden. Dieses Cylindergläschen wird etwa zur Hälfte, oder weniger, mit der einen der dem Versuch zu unterwerfenden Flüssigkeiten gefüllt. Je nachdem nun mit zwei oder mit drei heterogenen Flüssigkeiten experimentirt werden soll, wird der eine der beiden Platindrähte, oder es werden beide mit einem baumwollenen Faden umwickelt und die Baumwolle mit der andern Flüssigkeit oder den beiden andern Flüssigkeiten benäfst. Darauf wird das Querholz B in das Gestell eingesetzt, die Drahtenden des Multiplicators mit dem Quecksilber in a und e in Berührung gebracht, und zuletzt die Einsenkung der Platindrähte in das Glascylinderchen (vermittelst Ausziehens eines das Querholz vorläufig stützenden Stiftes n) bewerkstelligt.

Von den mit diesem Apparat angestellten Versuchen will ich jetzt diejenigen anführen, welche sich auf den in Rede stehenden Gegenstand beziehen. Sie sind in folgender Tafel mit ihren zugehörigen Zeichen zusammengestellt, und ihnen ist die Bezeichnung der Polaritäten, welche an in die mittlere Flüssigkeit getauchten Platindrähten durch einen elektrischen Strom hervorgerufen werden, in der Absicht beigefügt worden, um die Richtungen der in beiden Fällen erfolgenden Ablenkungen der Multiplicatornadel mit einander vergleichen zu können.

Flüssigkeiten.	Polarisirung der Platindrähte in
+ Salpetersäure Salpeterlösung Aetzkalilösung —	+ Salpeterlösung
+ Weinsäure weinsaure Kalilösung Aetzkalilösung —	+ weinsaurer Kalilösung
+ Schwefelsäure schwefelsaure Kalilösung Aetzkalilösung —	+ schwefelsaurer Kalilösung —
+ Oxalsäure oxalsaure Kalilösung Aetzkalilösung —	+ oxalsaurer Kalilösung —
+ Jodwasserstoffsäure Jodkaliumlösung Aetzkalilösung —	+ Jodkaliumlösung —
+ Salpetersäure salpetersaure Kalklösung Kalkwasser —	+ salpetersaurer Kalklösung —
+ Schwefelsäure Gypslösung Kalkwasser —	+ Gypslösung —
+ Salpetersäure salpetersaure Barytlösung Barytwasser —	+ salpetersaurer Barytlösung —
+ Essigsäure essigsaure Barytlösung Barytwasser —	+ essigsaurer Barytlösung —
+ Salzsäure Chlorbariumlösung Barytwasser —	+ Chlorbariumlösung —
+ Salzsäure Chlorammoniumlösung Aetzammoniak —	+ Chlorammoniumlösung —

Die Uebereinstimmung der in dieser Tafel enthaltenen beiderlei Thatsachen ist so vollständig, dafs der Gedanke, die Ursache der elektrischen Polarisirung der Metalle in einer partiellen Zersetzung der Flüssigkeiten, in denen sie beim Hindurchströmen elektrischer Entladungen erfolgt, zu suchen, wie mich dünkt, nicht abzuweisen ist. Zwar läfst sich die Wirkung dieser Polarisirung nicht bei allen Flüssigkeiten auf die so eben dargelegte Weise nachbilden; aber aufser dem Gewicht der Analogie, welche für dieselbe Erscheinung unter allen Umständen eine gleiche Ursache anzunehmen nöthigt, wird diese Vorstellung auch noch dadurch unterstützt, dafs die Stärke der elektrischen Polarisirung mit der mehr oder minder leichten Zersetzbarkeit der angewandten Flüssigkeit in einem unverkennbaren Zusammenhange steht, in welcher Beziehung ich unter andern nur an das leicht zersetzbare Jodkalium [1]) erinnern will, in welchem bei meinen früheren Versuchen (Annalen, Bd. XXXXVI S. 589) die Platindrähte die entschieden stärkste Polarität angenommen haben. Auch der Umstand, dafs die polarischen Drähte ihre Polarität sehr bald verlieren, wenn sie in der Flüssigkeit eingetaucht bleiben, ist hier nicht zu übersehen.

Obgleich nun diese Gründe hinreichend erscheinen dürften, meine Ansicht über den in Rede stehenden Gegenstand für die richtige zu halten, so liegt doch der Gedanke an Faraday's höchst sinnreiche Vorrichtung zur Sichtbarmachung schwacher elektro-chemischer Zersetzungen, welche durch Ströme gemeiner Elektricität bewirkt werden [2]), zu nahe, als dafs ich es hätte unterlassen können, solche Zersetzungsversuche mit einigen verschiedenartigen Flüssigkeiten anzustellen. Ich habe

1) In meinem vorigen Aufsatze irrthümlich hydrojodsaures Kali benannt.

2) Annalen, Bd. XXIX S. 291 etc.

zu dem Ende zwei auf einer Glasplatte dicht neben einander liegende Stückchen Lackmus- und Curcumäpapier mit der zu untersuchenden Flüssigkeit benäfst, mit dem einen derselben die Spitze eines die Elektricität zuleitenden, mit dem andern die Spitze eines dieselbe ableitenden dünnen Platindrahts in Berührung gebracht, und durch dieses System von Leitern den Strom meiner wenig kräftigen Cylindermaschine hindurchgeleitet. Als ich denselben durch Lösungen von Kochsalz, Chlorbarium, salpetersaurem und essigsaurem Baryt, salpetersaurem, schwefelsaurem, oxalsaurem und weinsaurem Kali, schwefelsaurer Bittererde, salpetersaurem und schwefelsaurem Kalk, Cyaneisenkalium etc. in der Richtung hindurchgehen liefs, dafs derselbe vom Lackmuspapier zum Curcumäpapier übergehen mufste, habe ich in allen Fällen das, was erwartet werden konnte, nämlich Röthung des Lackmuspapiers und Bräunung des Curcumäpapiers, oder auch, je nach den Umständen, nur eine von beiden Färbungen eintreten sehen; diese Färbungen bildeten immer kleine runde Flecken unmittelbar unter den die Papiere berührenden Drahtspitzen. Bei einer solchen partiellen Zersetzung von Jodkalium, der für solche Versuche bei weitem geeignetsten Substanz, bilden sich an den bezeichneten Stellen zwei, dem ausgeschiedenen Jod und Kali entsprechende *braune* Flecken, von einer übrigens verschiedenen Farbennüance. Wenn ich nun, nachdem solche Färbungen erzeugt worden, die freien Enden der beiden Platindrähte mit den Drahtenden meines Multiplicators verband, so erfolgte stets eine deutliche, nicht selten eine bedeutende Ablenkung der Doppelnadel desselben in einer Richtung, welche das Daseyn eines, dem primären entgegengesetzten secundären, vom Curcumäpapier zum Lackmuspapier gehenden elektrischen Stroms zu erkennen gab; ja, dieselbe Ablenkung erfolgte auch dann, als ich die beiden Platindrähte, um eine etwaige elektrische Polarisirung derselben ganz unmöglich zu ma-

chen, mit ihren Spitzen die Reactionspapiere während des Durchgangs des elektrischen Stroms durch dieselben gar nicht berühren, sondern um etwa 1 Millimeter [1]) von derselben abstehen liefs, und die Berührung erst nach der Verbindung ihrer freien Enden mit dem Multiplicatordraht vollzog.

Dieser Versuch, der vielleicht am directesten das, was ich festzustellen mich bemüht habe, beweist, erfordert jedoch für Diejenigen, die ihn zu wiederholen etwa geneigt seyn sollten, eine Erläuterung, welche die dabei erfolgende Bildung von Salpetersäure betrifft. Ganz in Uebereinstimmung mit Faraday's Angaben über diesen Gegenstand sieht man diese immer eintreten, sobald der elektrische Strom eine, wenn auch unbedeutende Luftschicht zu durchbrechen gezwungen ist. Wendet man z. B. mit Jodkaliumlösung benäfstes Fliefspapier an, so bildet sich auf demselben, jeder der beiden Drahtspitzen gegenüber, schon nach wenigen Umdrehungen der Maschine ein brauner Fleck, und zwar werden diese Flekke bei fortgesetzter Bewegung der Maschine sehr viel bedeutender als der eine, der zum Vorschein kommt, wenn beide Drahtspitzen das Papier berühren. Beide Flecken sind die Folge einer Verbindung der aus den Bestandtheilen der Atmosphäre erzeugten Salpetersäure mit dem Kalium der Jodkaliumlösung, wodurch das Jod ausgeschieden wird.

Dieser Vorgang kann indessen diejenige andere Zersetzung der Lösung, welche direct durch den elektrischen Strom bewirkt wird, nicht verhindern, und in der That giebt dieselbe sich nicht nur durch die merklich schwächere Färbung des Papiers an der Austrittsstelle des elektrischen Stromes, verglichen mit der an seiner Eintrittsstelle entstehenden, sondern auch durch die vollkommen

1) Diese Entfernung mufs, wie sich von selbst versteht, für beide Drahtspitzen gleich, und auch nicht zu grofs seyn, weil die Wirkung sich sonst nicht genug concentrirt.

deutliche Ablenkung zu erkennen, welche die Nadel des Multiplicators erleidet, wenn dessen Drahtenden mit den freien Enden der Platindrähte verbunden und deren andere Enden mit den unter ihnen befindlichen braunen Flecken in Berührung gebracht werden.

Bei dieser Art, den Versuch anzustellen, geschieht, was ohne Zweifel sehr bemerkenswerth ist, die elektrochemische Zersetzung der Flüssigkeit, ohne dafs dieselbe von heterogenen Leitern berührt wird, und die dabei gebrauchten Platindrähte nehmen *keine* Polarität an, wovon ich mich auch direct überzeugt habe, indem ich *nach* bewirkter Zersetzung der Flüssigkeit das damit benäfste Fliefspapier fortnahm, ein neues, mit frischer Lösung benäfstes, den beiden Drahtspitzen unterlegte, die Verbindung der Drähte mit dem Multiplicator vollzog und dann die Drahtspitzen mit dem Fliefspapier in Berührung brachte; dabei habe ich nie eine Spur von Ablenkung an der Multiplicatornadel wahrgenommen. Diese blieb aber nicht aus, wenn ich, nicht das Fliefspapier, sondern die Platindrähte gegen andere vertauschte, und durch diese die angegebenen Verbindungen bewerkstelligte.

Man kann die auf den Reactionspapieren entstandenen Flecken durch einen entgegengesetzten elektrischen Strom wieder wegschaffen, daher auch, anstatt des blauen Lackmuspapiers und gelben Curcumäpapiers, durch Säuren geröthetes Lackmuspapier und durch alkalische Lösungen gebräuntes Curcumäpapier zu elektro-chemischen Zersetzungsversuchen anwenden; die Spitze des Zuleitungsdrahts bewirkt alsdann auf letzteren einen *gelben*, die Spitze des Ableitungsdrahts auf ersterem einen *blauen* Fleck. Will man blofs die der Zersetzung der Flüssigkeit entsprechende Ablenkung der Multiplicatornadel beobachten, so reicht ein damit benäfstes Stückchen Fliefspapier vollkommen hin, dieselbe deutlich hervortreten zu lassen; ich habe auf diese Weise sogar, als Folge ei-

ner Zersetzung reinen Wassers, eine solche Ablenkung unzweifelhaft eintreten sehen.

Da die angeführten Erscheinungen schon durch den schwachen elektrischen Strom einer wenig kräftigen Maschine hervorgebracht werden konnten, so war zu erwarten, dafs sie um so weniger bei Anwendung einer galvanischen Kette ausbleiben würden, und diese Erwartung hat sich mir bei einigen, mit einer Zinkkupferkette von ganz roher Einrichtung angestellten Versuchen durchaus bestätigt.

Ich hoffe mich nicht zu täuschen, wenn ich anzunehmen wage, dafs die im Vorigen enthaltenen Thatsachen, hinsichtlich des Ursprungs derjenigen Erscheinung, welche man eine elektrische Polarisirung der Metalle genannt hat, keinen Zweifel übrig lassen, dafs dieselbe in der durch jeden elektrischen Strom bewirkten Zersetzung der dabei im Spiele befindlichen Flüssigkeit und in dem damit verbundenen polarischen Auseinandertreten ihrer Bestandtheile bestehe. Ich glaube es daher auch unternehmen zu dürfen, dieses Ergebnifs zur Erklärung anderer, noch nicht gehörig aufgeklärter Erscheinungen im Gebiete des Galvanismus anzuwenden, und hebe in dieser Beziehung das Folgende hervor:

1) Die rasche Wirkungsabnahme einer geschlossenen galvanischen Kette rührt (abgesehen von Veränderungen in der Leitungsfähigkeit der Flüssigkeit etc.) von der durch den darin circulirenden elektrischen Strom bewirkten, seiner Intensität proportionalen Zersetzung des flüssigen Leiters her, dessen, an die ihn begränzenden Metallflächen sich anlagernden, Bestandtheile einen dem primären entgegengesetzten secundären elektrischen Strom von bedeutender Intensität erzeugen. Obgleich dieser Schlufs ganz einfach aus den oben erörterten Thatsachen folgt, so schien es mir doch erwünscht zu seyn, für die Richtigkeit desselben einen directen experimentellen Be-

weis zu erhalten. Diesen habe ich auf folgende höchst einfache Weise erlangt.

Ein Zinkplättchen und ein Kupferplättchen wurden der Länge nach in der Mitte mit einem schmalen Streifchen feinen Fliefspapiers belegt, und deren Enden auf den Rückseiten der Plättchen mit ein wenig Klebwachs befestigt. Darauf wurden beide Plättchen (die Papierstreifen einander zugekehrt) in ein kleines Cylinderglas eingesetzt, und darin durch ein am Boden desselben befindliches, passend zugeschnittenes (auch gefirnifstes) Korkstück in etwa 18 Millimeter Entfernung von einander festgestellt. Hiernach wurden die Enden zweier dünnen Platindrähte zwischen die Papierstreifen und das Korkstück am Boden eingeschoben, so dafs sie an ersteren fest anlagen, an welche sie aufserdem noch durch ein zweites, von oben zwischen die Metallplättchen geschobenes Korkstück angedrückt wurden, während ihre oberen (rechtwinklig umgebogenen) Enden über die Plättchen hinausragten. Das Kupferplättchen hatte einen seitwärts auslaufenden schmalen Arm, welcher, rechtwinklig umgebogen, sich mit schwacher Federung an die eine Kante des Zinkplättchens anlegte, wodurch, wenn in das Cylinderglas eine Flüssigkeit geschüttet worden, die dann vorhandene kleine galvanische Kette geschlossen wurde, zu deren Oeffnung aber nichts weiter erforderlich war, als ein Stückchen Papier zwischen Kupfer und Zink an ihrer Berührungsstelle einzuschieben. Als ich nun, nachdem letzteres geschehen war, Schneewasser in das Cylinderglas eingofs, und die oberen Enden der beiden Platindrähte mit den Drahtenden meines Multiplicators verband, erfuhr dessen Nadel eine geringe Ablenkung (von einigen Graden) *in normaler Richtung*, ein Beweis, dafs zwischen dem Zink und dem Kupfer eine unvollkommene, aus den Elementen:
Wasser, Platindraht, Multiplicatordraht, Platindraht, Wasser bestehende Leitung vorhanden war.

Nachdem die Nadel sich festgestellt hatte, zog ich das, die eigentliche Schliefsung der Kette verhindernde Papierstückchen zurück; sogleich machte die Nadel eine Bewegung von 40° bis 50° *nach der entgegengesetzten Seite*, auf welcher sie, nach wiederholten Schwingungen, bei etwa 7° zur Ruhe kam. Dasselbe geschah, als ich statt des reinen Wassers schwach mit Schwefelsäure gesäuertes Wasser, und schwache Lösungen von Glaubersalz und Jodkalium als flüssige Leiter in der kleinen Kette anwandte; nur waren alle dabei eintretenden Wirkungen ungleich kräftiger, und für die Empfindlichkeit meines Multiplicators schon zu stark.

Das Daseyn des aus dem Vorigen geschlossenen secundären elektrischen Stroms in hydro-elektrischen Ketten, welcher seiner Richtung nach dem primären Strom derselben entgegengesetzt ist, wird durch diese Versuche factisch erwiesen. Bei der von mir gewählten Einrichtung wurde ohne Zweifel ein grofser Theil desselben zum Durchlaufen des Multiplicatordrahts disponirt, da die ihn auffangenden Platindrähte den Metallplatten so dicht anlagen; er gab sich indefs auch vollkommen deutlich zu erkennen, als ich, bei geschlossener Kette, diese Platindrähte an beliebigen anderen Stellen in die Flüssigkeit einsenkte, und zwar am stärksten in der Nähe des negativen, am schwächsten dagegen in der Nähe des positiven Metalls, was sich daraus erklärt, dafs der elektro-negative Bestandtheil der Flüssigkeit unmittelbar nach seiner Absonderung aus derselben sich mit dem positiven Metall vereinigt, der elektro-positive Bestandtheil derselben aber eine solche Vereinigung mit dem negativen Metalle nicht eingeht, sondern sich an dieses im freien Zustande anlagert.

Für die Richtigkeit dieser Ansicht hat mir die Anwendung der Reactionspapiere den überzeugendsten Beweis geliefert. Ich klebte nämlich an das Kupferplättchen der Kette ein Stückchen Curcumäpapier, an das

Zinkplättchen ein Stückchen Lackmuspapier, und füllte das Cylindergläschen mit verschiedenen Lösungen (von Glaubersalz, Jodkalium etc.). So lange die Kette ungeschlossen war, erlitt keines dieser Papiere eine Farbenveränderung; diese trat aber sofort nach der Schliefsung derselben beim Curcumäpapiere, welches gebräunt wurde, aber nicht beim Lackmuspapier ein.

Ich bemerke noch, dafs, wenn ich die Kette auf die vorhin erwähnte unvollkommene Weise durch metallische Verbindung der beiden Platindrähte schlofs, zwischen diesen zwei andere Platindrähte in die Flüssigkeit einsenkte und mit dem Multiplicator verband, auch dann, ungeachtet der geringen Intensität des primären Stroms, der durch denselben hervorgerufene secundäre Strom an der Bewegung der Multiplicatornadel mit Sicherheit zu erkennen war. Und wenn die Action der Kette sehr kräftig war, bewirkte diese zweite Drahtverbindung zuweilen eine zweite directe Leitung; auch zeigte sich dabei zuweilen anfangs der secundäre Strom, der aber dann gewöhnlich plötzlich dem primären weichen mufste.

2) Die theilweise Wiederherstellung der ursprünglichen Wirkung einer geschlossenen galvanischen Kette durch eine kurze Oeffnung ihres Schliefsungsbogens, so wie durch ein Emporheben der Metallplatten (besonders der negativen) aus der Flüssigkeit erklärt sich befriedigend daraus, dafs dadurch die Sonderung des flüssigen Leiters in heterogene, an einander gränzende Flüssigkeiten zum Theil wieder aufgehoben wird, indem besonders der ausgeschiedene electro-positive Bestandtheil sich wieder mit dem unzersetzten Theil der Flüssigkeit vermischt.

3) Wahrscheinlich sind alle, bei hydro-elektrischen Combinationen auftretenden sogenannten Ladungserscheinungen, auch diejenigen, welche Ritter's Ladungssäule darbietet, auf dasselbe Princip zurückzuführen.

4) Auch die in neuester Zeit so viel besprochenen, bei der Einwirkung von Säuren auf Metalle hervortre-

tenden sogenannten Passivitätserscheinungen sind vermuthlich aus einer dabei stattfindenden elektro-chemischen Zersetzung der diluirten oder concentrirten Säuren abzuleiten. Andrews fafst die Erscheinungen, die sich auf das Verhalten der Säuren dabei beziehen, in folgenden Ausdruck (Annal. Bd. XXXXV S. 129) zusammen: Der Contact eines elektro-negativen Metalls erhöht die gewöhnliche Wirkung einer Sauerstoffsäure auf ein elektro-positives Metall, wenn die Säure so verdünnt ist, dafs das letztere Metall durch Wasserzersetzung oxydirt wird; dagegen verzögert oder vernichtet er diese Wirkung, wenn die Säure so concentrirt ist, dafs jenes Metall durch Zersetzung der Säure selbst oxydirt wird. Im ersten Falle nämlich bewirkt der vom positiven Metall durch die Flüssigkeit zum negativen Metall übergehende elektrische Strom fortwährend eine Trennung der Säure vom Wasser und eine Anlagerung ersterer an das positive Metall, welche das gebildete Oxyd rasch auflöst; im letzten Falle dagegen fällt nicht nur dieses weg, indem blofs der Sauerstoff der durch den elektrischen Strom zersetzten Säure an das positive Metall tritt, sondern es wirkt der Verwandtschaft des Metalls zum Sauerstoff der Säure auch noch die Verwandtschaft des Radicals der Säure zu demselben entgegen, welche viel stärker ist, als die Verwandtschaft zwischen dem Sauerstoff und dem Wasserstoff im Wasser. Die bleibende Aenderung der Oberfläche des positiven Metalls scheint zu ihrer Aufklärung noch einer besonderen Untersuchung zu bedürfen; das Vorhandenseyn von etwas Fremdartigen an solchen unthätig gemachten Metalloberflächen möchte ich einstweilen, wenngleich es äufserlich nicht sichtbar seyn sollte, nicht bezweifeln.

Obgleich nicht eigentlich zum vorliegenden Gegenstande gehörig, verdienen doch wohl die concentrischen Farbenringe hier erwähnt zu werden, welche auf Metallplatten entstehen, wenn elektrische Entladungsfunken

von einer Metallspitze an diese Platten überspringen; dieselben dürften nämlich mit der dabei stattfindenden Erzeugung von Salpetersäure im Zusammenhange stehen.

Schliefslich will ich noch erwähnen, dafs die Zersetzung der Jodkaliumlösung mittelst gemeiner Elektricität sich sehr schön in einer damit gefüllten kleinen Uförmigen Glasröhre darstellt. Werden die Enden der beiden, die Elektricität leitenden Platindrähte in die Lösung eingetaucht, so sieht man nach einer gehörigen Zahl von Umdrehungen der Maschine das Ende des Zuleitungsdrahts von einer gelben Flüssigkeit (Jodwasserstoffsäure) umgeben, während an dem Ende des Ableitungsdrahts *keine* Färbung entsteht. Verbindet man hierauf die Platindrähte mit dem Multiplicator, so erfährt dessen Nadel eine bedeutende Ablenkung in der zu erwartenden Richtung. Läfst man die Enden der Platindrähte die Lösung *nicht* berühren, sondern nur einige Millimeter davon abstehen, so bewirkt die alsdann durch die Bewegung der Maschine erzeugte Salpetersäure in beiden Schenkeln der Glasröhre eine rasch zunehmende ansehnliche Ausscheidung von Jod als Jodwasserstoffsäure.

V. *Ueber die Eigenschaften der gebundenen Elektricität; von K. W. Knochenhauer in Meiningen.*

Nachdem Hr. Dr. Riefs aus seinen sinnreichen und mit Leichtigkeit zu wiederholenden Versuchen (Annalen, Bd. XXXVII S. 642, vergl. Dove's Repert. Bd. II S. 29) das schon von andern Physikern aufgestellte Gesetz, dafs zwei mit gebundener Elektricität geladene Körper sich gegenseitig abstofsen, von Neuem hergeleitet und gegen abweichende Ansichten in Schutz genommen hat, mag

es in der That mifslich erscheinen, wenn ich auf denselben Gegenstand hier noch einmal zurückzukommen mir erlaube. Allein die Wichtigkeit, welche eine so oder anders gestellte Ansicht über die Wirkungsweise der gebundenen Elektricität für die ganze Elektricitätslehre hat, in der doch die Induction eine gar bedeutende Rolle spielt, mufs es entschuldigen, dafs ich die Gründe anzugeben versuche, welche mich an der Richtigkeit der aus den Experimenten gezogenen Folgerungen noch zweifeln lassen.

Mein Bedenken wurde zuerst bei dem Versuche rege, dafs bei einer geladenen Leidner Flasche zwei der Aufsenfläche genäherte, an leinenen Fäden hängende Sonnenblumenmark-Kügelchen in keiner Entfernung zur Divergenz gebracht werden konnten. Wollte ich mich hierbei auch mit der Erklärung begnügen, dafs die Kügelchen von der inneren und äufseren Fläche der geladenen Flasche her entgegengesetzten Wirkungen ausgesetzt wären, und dafs, wegen der grofsen Nähe beider Flächen, die bei verschiedenen Abständen nicht ganz gleichen Wirkungen nur nicht sichtbar zu werden vermöchten, so schien mir doch diese Erklärung bald nicht mehr genügend. Ich machte nämlich einen Harzkuchen elektrisch, spannte über ihn in beliebigen Abständen ein Stanniolblatt aus, und nahm durch Berührung desselben mit dem Finger die freie negative Elektricität fort; näherte ich diesen Apparat den beiden an leinenen Fäden aufgehängten Kügelchen von unten her, geschah diefs schneller oder langsamer, auf keine Weise und in keiner Entfernung zeigte sich eine Divergenz an den Kügelchen [1]). Dafs auch jetzt noch bei weiterem Abstande der negativen Elektricität auf dem Harzkuchen und der

1) Um dem freilich ganz unstatthaften Einwurfe zu begegnen, dafs der Erfolg fehlte, weil die Kügelchen selbst elektrisch waren, liefs ich sie mit gebundener positiver Elektricität divergiren; auch hier blieben sie in ihrer einmal angenommenen Stellung.

positiven auf dem Stanniolblatte von beiden Flächen immer ganz gleiche Wirkungen auf die Kügelchen entstehen sollten, konnte ich mit keinem Gesetze vereinigen, welches man über die elektrische Anziehung aufstellen möchte.

Um also der Sache durch einen Versuch näher zu kommen, prüfte ich zuerst den elektrischen Zustand des Nichtleiters, welcher die beiden geladenen Flächen von einander trennt. Ich belegte zu diesem Behufe eine Glastafel von beiden Seiten mit Stanniol und lud dieselbe; nahm ich hierauf die Stanniolbelegung fort, und untersuchte die beiden Seiten der Tafel, indem ich sie nach einander unter die aufgehängten Kügelchen hielt, so wichen sie das eine Mal mit gebundener positiver, von der andern Fläche mit gebundener negativer Elektricität aus einander, und es ergab sich deutlich, dafs diejenige Glasfläche, auf welcher das positiv geladene Stanniolblatt gelegen hatte, positive, die andere negative Elektricität enthielt. Noch leichter ergab sich dieses Resultat wenn ich die abgewandte Glasfläche mit der ganzen Hand berührte, während ich die andere prüfte; offenbar ward jetzt die ganze, auf der zu untersuchenden Fläche enthaltenen Elektricität frei, und erzeugte somit die gröfsere Wirkung. Mag hiernach der Zustand des Glases in seinem Inneren auch irgendwie beschaffen seyn, um dadurch die Wirkung der entgegengesetzten Elektricitäten auf einander zu ermitteln, so ist doch nach aufsen hin keine andere Elektricität wirksam, als die sich auf der Oberfläche anhäuft; diese ist aber gleich mit der in der Belegung, und somit hat die Belegung für uns keinen anderen Werth, als die Oberfläche des Glases oder des Nichtleiters überhaupt leitend zu machen, um dadurch die Verbreitung der mitgetheilten Elektricität und das gegenseitige Binden zu erleichtern.

Nach diesem vorläufigen Versuche legte ich über den elektrisirten Harzkuchen statt des Stanniolblattes eine

Glasscheibe, bald in dieser, bald in jener Entfernung, wartete ab bis sich die Oberfläche des Glases mit gebundener positiver Elektricität vollständig geladen hatte, wobei es gut war, über das Glas her mit einem Stanniolblatte zu fahren, und stellte nun diesen Apparat gerade wie früher unter die aufgehängten Kügelchen; auch hier erfolgte keine Divergenz. Hob ich aber nur etwas die Glasscheibe, sogleich gingen die Kügelchen mit gebundener negativer Elektricität aus einander, und kamen erst nach einiger Zeit wieder zurück; legte ich die Glastafel in ihre vorige Stellung, so fuhren die Kügelchen wieder aus einander, doch diefsmal mit gebundener positiver Elektricität; nach Verlauf einiger Zeit kamen sie von Neuem zur Ruhe. Je gereinigter die Glastafel war und je schneller man mit ihr selbst die leisesten Bewegungen ausführte, desto kräftiger fuhren die Kügelchen aus einander, und desto länger verharrten sie in dieser Stellung.

Wie man diesen Versuch aus dem Satze herleiten will, dafs gebundene Elektricität eben so wie freie anziehe und abstofse, sehe ich nicht wohl ab. Denn ist die Glastafel mit gebundener positiver Elektricität erfüllt und hat sie auch auf dem Harzkuchen einen entsprechenden Theil negativer gebunden, so zeigt sich keine Wirkung auf die Kügelchen, sie mögen nun in dieser oder jener Entfernung stehen, sie mögen selbst schon elektrisch oder nicht elektrisch seyn; wie man aber die Glastafel allein etwas bewegt und dadurch einen Theil ihrer bisher gebundenen positiven Elektricität frei werden läfst, sogleich ist eine Wirkung da. Offenbar behält hier der Harzkuchen und die Glastafeln nach der schnellsten Bewegung noch die gleiche Menge an Elektricität (denn gerade je schlechter das Glas leitet, desto sicherer ist der Erfolg); der einzige Unterschied ist nur der, dafs jetzt ein Theil der vorher gebundenen Elektricität frei wird und die beobachtete Wirkung hervor-

bringt. Legt man die Glastafel zurück, so hat sie im Anfange noch nicht diejenige Menge positiver Elektricität, welche der Harzkuchen binden kann, und dann wirkt seine freie negative Elektricität durch die Glasscheibe hindurch und treibt die Kügelchen mit gebundener positiver aus einander. Ich folgere daher aus diesen Versuchen erstens, dafs wenn zwei entgegengesetzte Elektricitäten sich je nach ihrer Distanz vollständig binden, sie alle Wirkung nach aufsen verlieren und allein in Beziehung auf einander stehen, die vorzüglich als gegenseitige Anziehung sich äufsert; zweitens, dafs der Ueberschufs von freier Elektricität, der sich auf der einen Seite findet und nach aufsen wirkt, seine Wirkungssphäre nach der zweiten Fläche zu, auf der nur gebundene Elektricität vorhanden ist, nicht über dieselbe hinaus erstreckt; denn im entgegengesetzten Falle würde er noch mehr Elektricität binden, bis seine Wirkung nach dieser Seite getilgt wäre. In dem Zwischenraum zwischen beiden Flächen ist dagegen die Wirkung der freien Elektricität noch vorhanden; denn bringt man durch eine Oeffnung in der Glasscheibe oder im Stanniolblatte die beiden Kügelchen dem Harzkuchen näher, so divergiren sie.

Es bleibt mir jetzt nur noch übrig, aus den so eben aufgestellten Folgerungen die Divergenz der Kügelchen bei gebundener Elektricität zu erklären. Nimmt man wieder zwei leichte Kügelchen an leinenen Fäden und setzt unter sie den elektrischen Harzkuchen, so divergiren sie sehr stark und weichen noch mehr aus einander, wenn man einen dritten Körper zwischen sie einschiebt. Dieser letzte Umstand ist ziemlich natürlich, und ich führe ihn nur an, weil er mich gelehrt hat, wie vorsichtig man gerade hier mit den hergebrachten Begriffen von Leitern und Nichtleitern umgehen müsse, wenn man sich nicht täuschen will; ich bemerkte nämlich bald, dafs die Kügelchen dem Anscheine nach ganz gleich aus einander

wi-

wichen, ich mochte zwischen sie einen Leiter, oder eine Glas- oder Siegellackstange einschieben; wurde der erstere nun mit gebundener positiver Elektricität geladen und stiefs deshalb die Kügelchen fort, so würde man diefs doch kaum bei den Nichtleitern vermuthen. Allein die Erfahrung belehrte mich, dafs Glas- und Siegellack fast eben so schnell mit positiver Elektricität geladen waren, da sich diefs augenscheinlich zeigte, als ich sie einem isolirten, positiv elektrischen Kügelchen näherte; sie stiefsen es zurück und behielten diese Eigenschaft ziemlich lange Zeit, Siegellack natürlich am längsten. Denselben Erfolg habe ich auch auf folgende Weise bekommen: Ich befestigte eine Glasröhre in senkrechter Stellung an ihrem oberen Ende, hing parallel zu ihr an einem seidenen Faden eine leichte negativ geladene Kugel in solcher Entfernung auf, dafs sie gegen das untere Ende der Glasstange nicht anschlug; bewegte ich nun von oben her eine geriebene Siegellackstange am Glasstab auf der der Kugel entgegengesetzten Seite herunter, so wich diese ab, wie ich aber über das untere Ende der Glasröhre hinauskam, schlug die Kugel schnell gegen sie heran; also brachte die negative Elektricität im Siegellack eine vertheilende Wirkung auf den Glasstab hervor.

Doch ich kehre zur beabsichtigten Erklärung zurück. Es mögen sich nun die beiden Kügelchen noch neben einander über dem elektrischen Harzkuchen befinden; die negative Elektricität desselben bindet in beiden positive Elektricität, und diese bindet wieder einen Theil der negativen in dem Harzkuchen. Dieses gegenseitige Binden wird mit wachsendem Abstande, wie bekannt ist, schwächer. Wir wollen, um eine Gränze zu setzen, die Wirkungssphäre auf dem Harze vom linken Kügelchen *a* durch den Kreis $A_1 A_2 A_3 A_4$, Fig. 1 Taf. III, bezeichnen, und den Wirkungskreis vom rechten Kügelchen *b* durch den Kreis $B_1 B_2 B_3 B_4$. Von jedem die-

ser Kreise geht die bindende Wirkung auf die Kügelchen aus, und umgekehrt binden diese auf dem Harzkuchen negative Elektricität, so viel und so weit sie es vermögen. Mit diesem gegenseitigen Binden ist ferner die gegenseitige Anziehung verbunden. So weit sich nun aber die Elektricitäten gebunden halten, sollen sie, nach meiner oben ausgesprochenen Ansicht, für alle andere Körper aufser Wirkung gesetzt seyn; sofern also $A_1 A_2 A_3 A_4$ mit a und $B_1 B_2 B_3 B_4$ mit b in diesem Verhältnisse steht, sofern ist weder der eine Wirkungskreis für den andern, noch dieser für jenen vorhanden; da aber beide Kreise in einander eingreifen, so wird in dem gemeinschaftlichen Raume $B_1 A_2 B_2 A_3 B_4 A_4$ weder a noch b allein binden und von ihm gebunden werden, sondern halb der eine, halb der andere; nur von $A_1 A_2 B_1 B_4$ geht die Wirkung auf a allein, und eben so von $B_2 B_3$ $B_4 A_3$ auf b allein und umgekehrt. Wie das gegenseitige Binden, so ist auch die gegenseitige Anziehung, folglich wird a von seinem Kreise mehr von $A_1 A_2 B_1 A_4$, b mehr von $B_2 B_3 B_4 A_3$, denn von dem andern Theile angezogen, da sich dort beide Wirkungen etwa auf die Hälfte reduciren. Beide Kugeln folgen dem stärkeren Zuge und divergiren; je mehr sie aber divergiren, desto mehr trennen sich ihre Wirkungskreise und desto schneller werden sie wieder aus einander getrieben. Man kann dieses Resultat auch kurzweg so ausdrücken, dafs beide Kügelchen eine Stelle einnehmen, in der die gröfstmöglichste Menge Elektricität gebunden werden kann, so dafs dieser Umstand, mit Rücksicht auf die Schwere der Kügelchen, die Lage des Gleichgewichtes bedingt.

Ich könnte noch manche Versuche beibringen, die mich in meiner Ansicht befestigt haben, doch ich will nur noch einige berühren. Spannt man über den elektrischen Harzkuchen in beliebiger Entfernung ein Stanniolblatt aus, das mit einer genügend breiten Längsspalte versehen ist, und hängt in dieselbe die beiden Kügel-

chen, so werden sie, weder wenn sie gerade in der Spalte, noch wenn sie in gröfserer Entfernung vom Harzkuchen stehen, divergiren; dennoch enthalten beide gebundene Elektricität, und haben allen Raum, um aus einander zu treten. Nach meiner Erklärung sind aber die Elektricitäten durch das Stanniolblatt gebunden, und wenn auch durch die Spalte das Binden nicht ganz vollständig seyn sollte, so ist doch die daraus entstehende Wirkung zu gering, um beobachtet zu werden. Kommen die Kügelchen unter die Spalte, so divergiren sie, wie es seyn mufs. Bei einem andern Versuche bog ich einen hinlänglich breiten Metallstreifen rechtwinklig um, und hing neben den senkrechten Schenkel so ein Kügelchen, dafs es nach unten durch den andern Schenkel gedeckt ward; brachte ich jetzt unten hin eine geriebene Siegellackstange, so trat die Kugel nicht eher vom Metallstreifen zurück, als bis die Linie von ihr zur Siegellackstange nicht mehr durch den horizontalen Schenkel hindurchging. Die gebundene Elektricität sollte doch wohl hier in mehreren Stellungen gleich gewesen seyn. Reibt man drittens eine Siegellackstange nur an einer ihrer scharfen Ecken und hält sie unter die beiden vorigen Kügelchen, so bleiben sie beide an einander; zwar werden hier beide von demselben Punkte angezogen, aber doch müssen sie nach der andern Ansicht mit ihrer gebundenen Elektricität, wenn auch nur um ein Weniges, divergiren.

VI. *Ueber thermo-elektrische Säulen; von G. W. Muncke.*

Die thermo-elektrischen Säulen sind zwar gegenwärtig sehr allgemein bekannt, und über ihre Construction, eben

wie über ihre Wirkungen, kann nicht leicht etwas Neues gesagt werden; so wie aber früher über die verschiedenen Arten die Reibungs-Elektrisirmaschinen am vortheilhaftesten zu construiren, viel geschrieben ist, wird es auch gegenwärtig erlaubt seyn, zweckmäſsige Methoden der Herstellung solcher interessanten elektrischen Apparate zu beschreiben, und ich hoffe daher, daſs die nachfolgenden Zeilen beim Publicum Entschuldigung finden werden.

So viele Schwierigkeiten sich meinen Bemühungen entgegenstellten, kräftig wirkende magneto-elektrische Maschinen zu construiren, eben so leicht ist es mir geworden, die thermo-elektrischen Apparate herzustellen, und ich erlaube mir eine in's Einzelne gehende Beschreibung des dabei angewandten Verfahrens hier mitzutheilen, damit Andere so viel leichter und mit geringerem Aufwande von Mühe und Kosten das gewünschte Ziel erreichen mögen. Nach meinen Erfahrungen ist die Masse der verbundenen Elemente von Antimon und Wismuth nicht sehr bedeutend, doch scheint mir auch diese von einigem Einflusse auf die Quantität der erzeugten Elektricität zu seyn, was durch weitere genau vergleichbare Versuche auszumitteln wäre; dagegen gewährt die Menge der einzelnen Verbindungen allerdings entschiedenen Vortheil. Nach einigen vorausgegangenen Proben setzte ich aus 48 Stangen Antimon und eben so vielen Wismuth eine Säule zusammen, die aus 6 Reihen, jede zu 8 Paaren, bestand. Rechnet man die drei Verbindungsstücke an jeder Seite hinzu, wodurch je zwei Reihen vereinigt sind, so hat jede Fläche der Säule 54 Löthstellen, die des Drahtes mitgerechnet, welcher zum Multiplicator führt. Diese Säule setze ich in ein Gefäſs von Weiſsblech, dessen Fläche nach beiden Dimensionen um 5 Lin. gröſser ist, als die der Säule, und welches auſserdem einen etwa 3 Linien hohen Rand hat. Wird in dieses Gefäſs Wasser gegossen [illegible] einige Eisstückchen

wirft, so darf man die Temperatur der Löthstellen dieser unteren Fläche, wenn man die stets herbeiströmende Wärme berücksichtigt, im Mittel zu etwa 2° bis 3° C. annehmen. Nimmt man Schnee statt des Wassers und legt den Apparat darauf, so wird die Temperatur noch etwa 1° bis 2° geringer seyn. Zur Erwärmung der oberen Fläche bediene ich mich einer 8 Par. Lin. dicken eisernen Platte, die ich weit über die Siedhitze erwärme, meistens so stark, dafs daran gehaltenes Papier verkohlt wird, und die ich auf die obere Fläche lege; nach meiner Erfahrung bei weitem das zweckmäfsigste Mittel der Erwärmung für diesen Zweck. Man darf dabei nicht fürchten, dafs die Löthstellen oder das Wismuth schmelzen möge, denn bei so massiven Apparaten würde dieses selbst durch eine rothglühende Platte nicht bewerkstelligt werden, und aufserdem wird man von dieser, die Säule zerstörenden, Wirkung durch einen starken Geruch des verdampfenden Kolophoniums der Löthstellen zeitig genug gewarnt. Diese Säule mit dem aus einem 48 Fufs langen, 15 Lin. breiten Kupferstreifen, länglich um ein Brettchen gewundenen Inductions-Multiplicator verbunden, giebt beim Oeffnen der Kette stets einen bei Tage vollkommen sichtbaren, grünlich brillantenen Funken.

Ungleich wichtiger scheint mir ein zweiter gröfserer Apparat, dessen Verfertigung und Wirkung zu kennen vielleicht nicht ohne Nutzen seyn dürfte. Aus so reinem Antimon, wie man dieses aus guten Materialhandlungen erhält, und aus Wismuth liefs ich mir in eisernen Formen 27 Lin. lange, 5 Lin. breite und 4 Lin. dicke Stangen giefsen, die aus einem guten Gusse meistens ganz brauchbar hervorgehen, aufserdem aber mit der Feile leicht etwas nachgeholfen werden. Um sie zusammenzulöthen mache ich an beiden Enden der Antimonstangen an ihren entgegengesetzten Seiten eine geringe Schrägung, was mit einer Feile sehr schnell bis

zur Ausdehnung von etwa 2,5 Lin. bewerkstelligt wird. Auf diese blank gefeilten Stellen der Antimonstangen streue ich ein wenig Kolophoniumpulver, fasse die Stange zwischen Papier, halte jedes Ende nach einander in die Weingeistflamme und überziehe die Löthstelle mit etwas reinem Zinn, indem ich sie mit diesem in dünne und schmale Bleche gegossenen Metalle reibe, bis es dünn und gleichmäfsig darüber geschlossen ist (das gewöhnliche Verzinnen der Blecharbeiten). Demnächst lege ich einen genau gearbeiteten hölzernen, scharf zulaufenden Keil von einer Linie Dicke am einen Ende, und 3,5 bis 4 Lin. kürzer als die zwei zu vereinigenden Stangen, zwischen diese, drücke sie in einer Papierhülle etwas gegen einander, und erhitze das Ende der Antimonstange, als schwerer schmelzbar, in der Weingeistflamme, bis beide zusammengelöthet sind, was wegen der leichten Schmelzbarkeit des Wismuths sehr leicht erfolgt, ohne dafs es eines andern Hülfsmittels bedarf, als nur die Löthstelle des letzteren Metalls vorher blank zu schaben, oder besser etwas zu feilen. Sind auf diese Weise alle Paare vereinigt, so stelle ich sie aufrecht gegen ein festes Klötzchen, worüber sie etwa 6 Lin. hinausragen, drücke die zu vereinigenden Paare mit einem andern Klötzchen an, um alle in eine Ebene zu bringen, und während ein Gehülfe den Löthkolben auf das Antimon hält, um dieses wieder mit dem Wismuth zusammenzulöthen, drückt ein anderer beide Stangen, zwischen denen abermals der oben genannte Keil liegt, mit einer hölzernen Stange zusammen. Die letztere besteht einfach aus zwei zugeschärften Blättchen von hartem Holze, die durch ein zwischenliegendes Klötzchen genau um die Dicke beider Metallstücke abstehen, und hinlänglich federn, um beide Flächen gerade zu vereinigen.

Im Ganzen scheint mir die Anwendung des Löthkolbens, obgleich etwas zeitraubend, doch bei diesem letzteren Verfahren zweckmä[illegible] seyn, als die Flamme

der Weingeistlampe mit dem Löthrohre gegen das Antimon zu blasen, welches Verfahren man jedoch gleichfalls anwenden kann. Will man den Apparat sauberer haben, so kann man die Löthstellen auf beiden Seiten dieser vereinigten Reihen eben feilen, indem man sie zwischen den beiden genannten Klötzchen festhält. Sind auf diese Weise die erforderlichen Reihen hergestellt, so werden die Zwischenräume mit Gyps ausgefüllt, beide flache Seiten der ganzen Reihen mit einer dünnen Lage Gyps überzogen, und so auf einander festgeklebt, dafs man zuletzt einen vierkantigen Körper erhält, wobei nur dahin zu sehen ist, dafs die ungelötheten Enden des nämlichen Metalles, das eine oben, das andere unten zu liegen kommen, worauf dann beide durch ein schräg daran gelöthetes Stück des andern Metalles vereinigt werden. Ist letzteres Antimon, dessen Enden dann schon verzinnt sind, so bedient man sich am besten der Weingeistflamme, die man gegen die zu löthende Stelle bläst, während ein Gehülfe die Antimonstange andrückt, hat man aber eine Wismuthstange festzulöthen, so ist die Anwendung des Löthkolbens, den man auf das Antimon-Ende setzen mufs, geeigneter. Endlich löthet man vermittelst der Weingeistlampe an die beiden Pole (die beiden noch nicht mit andern verbundenen Enden der ersten Wismuth- und der letzten Antimon-Stange) einen Kupferdraht von fast 1 Lin. Durchmesser, ebnet die Flächen mit aufgetragenem Gyps, läfst den so hergestellten Apparat trocknen, und überzieht ihn mit Schellack in Alkohol aufgelöst, um das Aufweichen des Gypses durch Wasser zu verhüten.

Die von mir auf die angegebene Weise gefertigte Säule ist 28 Lin. hoch, 5 Zoll 5 Lin. breit und 8 Zoll 3 Lin. lang, besteht aus 9 neben einander liegenden Reihen, jede von 9 Paaren; sie hat also auf jeder ihrer breiten Flächen, wenn die 8 verbindenden Stangen beider Seiten und die Kupferdrähte mitgerechnet werden,

90 Löthstellen. Die ausnehmende Empfindlichkeit dieser grofsen Metallmasse ist in der That überraschend, und ruft unwillkührlich die Idee hervor, die ganze Erde für eine thermo-magnetische Säule zu halten. Ich legte den Apparat auf ein eigends für denselben bestimmtes Tischchen, und setzte die Drahtenden mit den aufgesteckten Enden eines Multiplicators von 80 Windungen in Verbindung, dessen Doppelnadel durch geringe Ungleichheit beider Nadeln nicht ganz astatisch ist. In dem geheitzten Zimmer konnte die Temperatur für einen so empfindlichen Apparat nicht stets gleich seyn, sondern es mufste ein periodisch wechselnder Unterschied der Wärme des Tischchens und der umgebenden Luft stattfinden, wodurch eine unausgesetzte Abweichung der Magnetnadel nach der einen oder der entgegengesetzten Seite bewirkt wurde, die bis 40, ja bis 60 Grade stieg; das Anhauchen oder die momentane Berührung der Oberfläche mit der flachen Hand, selbst nur mit einem Finger, brachte eine starke, kurzdauernde Abweichung hervor, und es ist also klar, dafs man auf diese Weise, namentlich im Winter, z. B. durch Anlegen der einen Fläche an die Fensterscheibe eines geheitzten Zimmers, einen beständigen elektrischen Strom und unter sorgfältiger gewählten Umständen selbst einen von stets gleicher Stärke erhalten könne, wie man diese gegenwärtig zu einigen interessanten Untersuchungen zu haben wünscht.

Zur Erlangung stärkerer Wirkungen bediene ich mich eines dem oben beschriebenen gleichen Gefäfses von Weifsblech mit aufstehendem Rande, in welches Wasser geschüttet wird, um die hineingelegte untere Fläche auf einer niedrigen Temperatur zu erhalten; zur Erwärmung der oberen Fläche gebrauche ich statt einer erhitzten Eisenplatte, die bei diesem Apparate leicht zu grofs und zu schwer seyn möchte, eine dünne Kupferplatte mit aufstehendem, etwa 3 Lin. hohen Rande, auf die ich glühende Kohlen lege. Das Schmelzen des Lo-

thes hierdurch hat man auch bei stärkster Hitze nicht zu fürchten, selbst wenn man die Kohlen stark anblasen wollte, und aufserdem würde, wie bereits gesagt, der Geruch nach Kolophonium gegen Beschädigung des Apparats Sicherheit gewähren.

Zu diesem thermo-elektrischen Apparate, oder besser zu dieser zusammengesetzten thermo-elektrischen Säule, gehört ein Inductions-Multiplicator aus 20 zusammengelötheten Kupferstreifen, deren ganze Länge etwa 110 Fufs bei einer Breite von 15 Linien beträgt. Sie sind um einen Cylinder aus weichem Eisen von 18 Lin. Höhe und 21 Lin. Durchmesser so gewickelt, dafs der Cylinder zuerst eine dreifache Lage dünnen Papiers und dann eine hölzerne Kapsel von etwa 1 Lin. Dicke umgiebt. Zur Isolirung der Windungen genügt bekanntlich blofses Papier, wie dieses unter andern namentlich durch Magnus nachgewiesen ist, indefs zog ich, aus Rücksichten auf äufsere Eleganz und mögliche anderweitige Anwendungen, vor, den Kupferstreifen ganz mit seidenem, etwa 16 Lin. breiten Bande zu umwickeln, wonach also jede metallische Lage von der andern durch zwei dünne Lagen Taffent isolirt ist. Die beiden hervorstehenden, beim Anfange und nach der Beendigung der rechtwinklich umgebogenen und wieder flach geklopften Enden des Kupferstreifens wurden mit aufgelötheten Kupferdrähten versehen, deren amalgamirte Enden in kleine Näpfchen mit Quecksilber tauchen, in welche die Polardrähte der Säule gleichfalls gesenkt werden.

Bei den ersten Versuchen konnte ich kein Eis erhalten, und mufste mich daher mit Wasser behelfen, dessen Temperatur beim Eingiefsen 8° C. betrug, indefs stieg dieselbe bald bis 10° und endigte mit 14° C., die Wärme der oberen Fläche erreichte durch die aufgelegte kupferne Pfanne mit Kohlen, nach Schätzung, nicht ganz die Hitze des siedenden Wassers, weil die Mittheilung derselben von der allerdings sehr heifsen Kupferplatte

an die dicke Metallmasse schwierig ist; inzwischen unterliegt es keinem Zweifel, dafs diese Temperatur, und eine noch höhere, durch mehr und stärker glühende Kohlen leicht erreichbar seyn würde. Beim Schliefsen der Kette zeigte sich kein Funke, und auch diese Säule ist also bei dem angegebenen Temperatur-Unterschiede beider Flächen zu schwach, um durch den erzeugten thermoelektrischen Strom eine Verbrennung des Quecksilbers zu bewirken, auch war eine Empfindung auf der Zunge nicht merklich wahrnehmbar, indem die Angaben der verschiedenen Zeugen dieses Versuches ungleiche Resultate hierüber gaben; war dagegen die Verbindung mit dem beschriebenen Inductions-Multiplicator hergestellt, so zeigte sich beim Oeffnen der Kette jederzeit ein mit grünlichem Lichte lebhaft glänzender und hörbar knisternder Funke. Wurden zwei Kupferdrähte in das Quecksilber der beiden Näpfchen getaucht, und die anderen Enden derselben zwischen den mit etwas gesäuertem Wasser benetzten Fingern gehalten, so empfand man bei jedem Oeffnen der Kette eine merkliche Erschütterung, noch weit stärker aber war dieselbe, wenn man die Zunge mit den reinen Drahtenden in Berührung brachte. Der eiserne Cylinder endlich zeigte sich beim Schliefsen der Kette so stark magnetisch, dafs seine obere Fläche eine nebenstehende Magnetnadel mit grofser Heftigkeit anzog und stark festhielt, beim Oeffnen der Kette dagegen flog die Spitze der Nadel sogleich wieder zurück.

Hiernach unterliegt es also keinem Zweifel, dafs durch den elektrischen Strom einer solchen Säule auf gleiche Weise kräftige Magnete aus weichem Eisen erzeugt werden können, als man dieses durch den hydro-elektrischen Strom bewerkstelligt, desgleichen dafs derselbe, durch einen Inductions-Multiplicator verstärkt, Metall zu verbrennen und einen physiologischen Reiz der Nerven zu verursachen vermag. Es darf jedoch nicht übersehen werden, dafs der letztere Strom nicht eigentlich der ur-

sprüngliche, sondern ein durch Hülfe des Multiplicators erzeugter Inductionsstrom ist.

Weitere Versuche mit diesem Apparate haben mich zu einigen sonstigen, nicht uninteressanten, Resultaten geführt. Zuvörderst will ich bemerken, dafs ich bei einer abermaligen Construction desselben die Länge der Metallstäbe zwar beibehalten, ihre Dicke aber auf die Hälfte herabsetzen, und dagegen die doppelte Anzahl von Elementen vereinigen würde, wodurch, ohne übermäfsige Gröfse des Ganzen, die Wirkungen sehr merklich zunehmen müfsten. Inzwischen bin ich auch bei dem Beschriebenen ausnehmend über die ungemein starke magnetische Wirkung überrascht, welche der thermo-elektrische Strom hervorruft, und ich möchte hieraus die Folgerung ableiten, dafs man sich desselben am sichersten und bequemsten zur elektrischen Telegraphie bedienen könne, da es durchaus nicht schwierig ist, einen solchen ohne Unterbrechung und von stets gleicher Stärke zu erhalten, was mindestens beim hydro-elektrischen überall kaum zu erreichen steht. War die untere Fläche des Apparates etwa 8° C. warm, und wurde auf die obere eine die Siedhitze nur wenig übersteigende, etwa zwei Drittheile der ganzen Fläche bedeckende eiserne Platte gelegt, so erhielt die einfache Magnetnadel in einem Multiplicator von nahe 80 Windungen eine bleibende Abweichung von fast 90 Graden, so weit sich dieser Winkel durch Schätzung bestimmen liefs, ein Resultat, welches durch Poggendorff's schätzbare Untersuchungen über diesen Gegenstand [1]) seine Erklärung findet. Dagegen fand ich die Intensität des elektrischen Stromes, sofern diese sich durch chemische Wirkungen äufsert, ausnehmend schwach. Lag der Apparat auf Schnee, welcher durch die Wärme des Zimmers zum allmäligen Schmelzen kam, während die obere Fläche vermittelst der Platte mit Kohlen ungefähr auf der Siedhitze des

1) Diese Annalen, Bd. XXXXV S. 353 ff.

tismus erwähnten Versuch bestätigte, wo ein demgemäfs gebogener Drahtleiter auf zwei von einander getrennten Quecksilberflächen ruht, und in dem Augenblick, wo diese Flächen mit den Polardrähten einer Volta'schen Säule verbunden werden, sich auf den Quecksilberflächen fortbewegt.

Vor einiger Zeit habe ich bei Hrn. Prof. Jacobi eine Erscheinung gesehen, die offenbar mit dem so eben erwähnten Phänomen identisch ist; allein von einem merkwürdigen Grade der Stärke. Die Säule bestand aus 12 Wollaston'schen Plattenpaaren, wovon jedes (von einer Seite gerechnet) eine Zinkoberfläche von 3 Quadrafufs hatte. Die Platten waren an einem Rahmen befestigt, und gegen dieselben konnten die Tröge, die sämmtlich auf einem Brette standen und eine sehr wirksame Mischung von verdünnter Schwefel- und Salpetersäure enthielten, mittelst eines Getriebes und einer Kurbel emporgehoben werden. Die Verbindung der einzelnen Platten zur zusammengesetzten Kette geschah durch dicke Kupferdrähte von der Form: ┌─┐, die mit ihren herabgehenden Schenkeln in Quecksilbergefäfse tauchten, welche an den Zink- und Kupferplatten angeschraubt waren. — Die Wirkung der Säule war so stark, dafs sie einen Platindraht von eben der Länge als die Kupferdrähte, d. h. $3\frac{1}{2}$ Zoll engl. und von 0,125 Zoll Dicke, erst zum Weifsglühen brachte und dann in der Mitte durchschmolz.

Die für uns merkwürdigste Erscheinung dieser Säule war aber die, dafs, wenn man diese Kette in sich selbst schlofs, blofs durch die kupfernen Verbindungsdrähte, und dann die Tröge hinaufbewegte, in dem Augenblicke, als die Platten zum gröfsten Theil eingetaucht waren, *sämmtliche Verbindungsdrähte aus den Quecksilbergefäfsen mit lautem Geprassel heraussprangen.* Man kann dieses Herausspringen offenbar nur aus der oben erwähnten Abstofsung der unmittelbar auf einander folgenden

Stromelemente erklären an den Stellen, wo der Strom aus dem Quecksilber in den Vereinigungsdraht und aus diesem wieder in das Quecksilber des folgenden Plattenpaares trat. Merkwürdig ist aber gewiſs, daſs diese Abstoſsungskraft groſs genug war, um Drähte, von denen jeder $13\frac{1}{2}$ Grammen wog, emporzuschleudern.

Dieselbe Erscheinung fand auch statt, wenn nicht alle 12 Paare in die Kette gebracht wurden, sondern nur einige von ihnen, was ganz dem Gesetze Ohm's gemäſs ist, nach welchem der Strom gleich stark ist, aus wie vielen Elementen die Kette auch bestehe, wenn nur kein fremder Leiter in dieselbe eingeschaltet wird.

VIII. *Bemerkungen über Combinationstöne und Stöſse; von G. S. Ohm.*

Ist $m' : n'$ das Tonverhältniſs zweier Töne, so daſs deren Schwingungsmengen durch $m'd$ und $n'd$ vorgestellt werden können, so wird bei dem gleichzeitigen Erklingen jener beiden Töne stets ein Combinationston erzeugt, dessen Schwingungsmenge d ist. Dieſs ist der vor Hällström bekannte Combinationston, welcher durchaus an keine Ordnung geknüpft ist, weſswegen ich ihn den *unbedingten* nenne; aber seine Stärke, welche den Werth $\frac{m'+n'}{m'n'}$, wobei die Stärke der ihn erzeugenden Töne als Einheit zu Grunde gelegt worden ist, nie erreicht, ist in den meisten Fällen zu gering, als daſs er gehört werden könnte.

Auſser diesem unbedingten Combinationstone ist noch ein anderer möglich, dessen Schwingungsmenge $(m'-n')d$ ist, wenn m' die gröſsere der beiden Zahlen m' und n' bezeichnet. Es ist dieſs der von Hällström sogenannte

erste Combinationston. Sein Erscheinen ist jedoch an die Bedingung geknüpft, dafs die Schwingungsformen der beiden ihn erzeugenden Töne einander ähnlich seyen, weſswegen ich ihn den *bedingten* nenne.

Als Folge des sehr ungewöhnlichen Baues des bedingten Combinationstones findet man, dafs zu dessen Möglichkeit $\frac{m'+n'}{2(m'-n')}>1$ seyn müsse, während dessen Stärke die Zahl $\frac{m'}{n'}-\frac{n'}{m'}$, nie ganz erreichen kann; er wird um so schwächer, je mehr $m'=n'$ wird, und um so undeutlicher je mehr $m'+n'=2(m'-n')$, d. h. je mehr $m'=3n'$ wird. Hieraus folgt, dafs das Tonverhältnifs der beiden Töne, welche den bedingten Combinationston liefern sollen, stets zwischen 1 : 1 und 1 : 3 liegen müsse.

Damit stimmen Hällström's Versuche in der That vollkommen überein; er konnte den von ihm als ersten bezeichneten Combinationston nicht wahrnehmen bei Tönen, deren Abstand mehr als eine Dezime, und weniger als eine grofse Terz betrug, mit der einzigen Ausnahme bei *fis* und *a*, welche jedoch in den hier noch aufserdem möglichen zweierlei *d*, die dem einen zur Verstärkung dienen, eine hinreichende Erklärung findet.

Als eine weitere Folge des wundersamen Baues des bedingten Combinationstones dringt sich einem der Gedanke auf, dafs in Fällen, wo dieser Combinationston zu schwach wird, um gehört werden zu können, wie z. B. wenn die beiden angegebenen Töne nur um einen halben Ton aus einander liegen, sich derjenige Ton hören lasse müsse, welcher genau in der Mitte zwischen den beiden angegebenen liegt, wiewohl die theoretische Betrachtung zeigt, dafs derselbe beständigen Unterbrechungen ausgesetzt ist.

Da die Schwingungsform des Hällström'schen ersten Combinationstones den Schwingungsformen der ihn er-

erzeugenden Töne nothwendigerweise immer sehr unähnlich werden mufs, so kann dieser erste Combinationston mit keinem der beiden ursprünglichen Töne einen ferneren Combinationston liefern, wie Hällström zur Erlangung seiner folgenden Combinationstöne anzunehmen sich veranlafst sah. Dagegen giebt es einen anderen eben so kurzen Weg zu diesen folgenden, in der Erfahrung gegründeten, Combinationstönen zu gelangen, wenn man sie aus den, die ursprünglichen Töne begleitenden, harmonischen Tönen hervorgehen läfst; denn man sieht auf der Stelle ein, dafs man so ganz auf dieselben Töne stöfst, welche Hällström nach seiner Ansicht findet, wenn die erzeugenden Töne durch schwingende Saiten oder Luftsäulen gebildet werden. Gehen hingegen die ursprünglichen Töne aus schwingenden Stäben hervor, so könnten die von Hällström aufgestellten folgenden Combinationstöne hier nicht mehr entstehen, weil hier die Begleittöne ein anderes Gesetz einhalten; und hierin liegt zugleich das Mittel, auf dem Erfahrungswege zu entscheiden, welcher von den beiden Wegen stets zum rechten Ziele führt.

Auf ungleich gröfsere Schwierigkeiten stiefs ich bei der Aufsuchung der Stöfse, welche aus dem gleichzeitigen Erklingen zweier Töne hervorgehen, wefswegen ich auch den hierbei eingehaltenen Rechnungsgang lieber noch zurückhalte, da seine Mühseligkeit vielleicht doch nicht in der Natur des Gegenstandes begründet ist.

Als Resultat meiner Untersuchungen fand ich, dafs wahrnehmbare und regelmäfsige, d. h. in gleichem Abstande von einander auftretende Stöfse im Allgemeinen nur dann entstehen können, wenn die Schwingungsmengen m und n der beiden angegebenen Töne sich einem, in seinen kleinsten ganzen Zahlen gegebenen Tonverhältnisse $m' : n'$ sehr nähern, und zugleich die Zahlen m' und n' sehr klein sind in Vergleich zu jenen, auf die man stöfst, wenn man das Verhältnifs $m : n$ in sei-

nen kleinsten ganzen Zahlen ausdrückt. Es entstehen dann jedesmal $mn'-m'n$ Stöfse in der Zeiteinheit, und diese Stöfse werden gebildet durch einen Ton, dessen Schwingungsmenge $\frac{m+n}{m'+n'}$ ist, welcher aber $mn'-m'n$ Mal in der Zeiteinheit seine Schwingungsform stark verändert und wieder herstellt. Die Stärke dieser Stöfse wird durch die Zahl $\frac{m'+n'}{m'n'}$ angezeigt.

Dabei zeigte sich's, dafs diese Stöfse unabhängig von den Combinationstönen sowohl als von den Begleittönen sind. Um so merkwürdiger ist es daher, dafs der Ausdruck $mn'-m'n$ doch immer genau dieselbe Zahl giebt, welche nach der von Scheibler befolgten Rechnungsweise erhalten wird, wenn man nur beachtet, dafs ich unter Schwingung die Verbindung eines Hin- und Hergangs verstehe, wefswegen für m und n in obigem Ausdruck nur die Hälfte der von Scheibler als Schwingungsmengen angegebenen Zahlen genommen werden darf. Es ist diefs jedoch nicht so zu nehmen, als ob beide Rechnungsweisen für alle Werthe von m und n, m' und n' immer zu derselben Zahl hinführten, aber in dem, den regelmäfsigen Stöfsen zugehörigen Umfange thun sie es stets, wie sich streng nachweisen läfst.

Nürnberg, den 19 Juni 1839.

IX. *Beobachtungen über mehrere Glasfarben; von David Splittgerber.*

Bei weiteren Versuchen mit dem durch Schwefelkalium braungelb gefärbtem Glase fand ich, dafs wenn man ein Stück desselben horizontal vor sich hält, so dafs nur der Himmel reflectirt wird, man dasselbe schon für sich, ohne

Hinzunahme eines zweiten, violett gefärbt sieht, doch darf dann kein durchfallendes Licht vorherrschen, nämlich kein weifser hell beleuchteter Gegenstand dahinter liegen, welcher gelb erscheint. Hier entsteht diese Farbe also durch Reflexion des schon theilweise polarisirten Himmelslichts von den beiden Flächen des Glases, wie eine Untersuchung mit dem Nicol'schen Prisma es auch zeigt, indem die gelbe Farbe des Glases gleich wieder hervortritt, sobald alles reflectirte Licht damit fortgeschafft ist, dagegen die violette, wenn man das Prisma dreht.

Zur näheren Bestimmung des Hitzgrades, um das braungelbe Glas bis zur Undurchsichtigkeit anlaufen zu lassen, so ist noch zu bemerken, dafs ein schwaches Rothglühen desselben von ungefähr zehn Minuten hinreicht, wobei das Glas nicht erweicht; unterbricht man diefs früher, so bleibt es mehr oder weniger braun und durchsichtig. Das undurchsichtige Glas behält noch seine scharfen Kanten, sind diese aber abgerundet oder die Flächen gebogen worden, so hat dasselbe zu viel Hitze bekommen, und ist wieder heller und durchsichtiger geworden, dafs man dadurch ganz die ursprüngliche Färbung wieder herstellen kann; solches Glas von Neuem bis zum richtigen Grad erwärmt, wird wieder undurchsichtig.

Wegen dieser Eigenschaft würde es auch interessant seyn, damit vergleichende Versuche anzustellen über die Fähigkeit die strahlende Wärme bei verschiedenen Graden der Durchsichtigkeit durchzulassen.

Im Vergleich mit angeräuchertem Glase, so läfst das braungelbe, aufser den gelben, mehr rothe Strahlen des Spectrums durch, während jenes mehr gelbe als rothe.

Eine andere auffallende Farbenerscheinung bemerkte ich, als ich ein mit Gold gefärbtes Rubinglas dicht am Auge und ein zweites eben solches Stück entfernt vom

ersteren über weifses, am besten von der Sonne beschienenes Papier hielt, wobei das letztere Glas dann intensiv *gelb* gefärbt erschien, während das Papier umher roth. Hier sieht man am zweiten Glase wohl auch die complementäre Farbe. Denn durch das rubinrothe Glas gegangene Sonnenstrahlen werden durch ein Flintglas-Prisma in Roth, Orange mit gelbem Rand, Blau und Violett zerlegt, wobei das Gelb beschränkt, das Grün aber ganz ausgelöscht wird, so dafs man annehmen kann, dafs es die stärker gebrochenen gelben Strahlen ganz absorbirt. Im Licht der monochromatischen Lampe erscheint diefs Rubinglas sehr schwach gelblich gefärbt.

Da ich durch Betrachtung eines farbigen Glases durch ein gleichgefärbtes nun mehrere unerwartete Farbenerscheinungen gefunden hatte, welche wohl noch nicht genügend erklärt werden können, wie besonders die beiden folgenden, wo die verschiedenartige Absorptionsfähigkeit stärker mit einwirkt, so prüfte ich ferner noch ein mit Kobalt gefärbtes dunkelblaues Glas durch ein gleiches, und ersteres erschien dabei *violett*; mit Braunstein gefärbtes dunkel violettes Glas, durch eben solches Besehen, aber blau. Diese beiden Gläser, welche übrigens sehr verschiedene Farben zeigen, unterscheiden sich, durch das Prisma untersucht, nur dadurch, dafs das, durch eine nicht zu dicke Schicht des blauen Glases gegangene Sonnenlicht oben einen violetten und unten einen grünlichen Rand am blauen Spectrum zeigt, dieses aber durch einen breiten dunkeln Raum vom tiefrothen Bilde getrennt ist [1]), während das durch die violette Scheibe gegangene einen gelben Rand am helleren rothen Farbenbildet und dieses wieder durch einen breiten dunkeln Zwischenraum vom tieferen blauen getrennt zeigt. Durch das blaue Glas werden also die weniger gebrochenen

1) Man vergleiche die interessante Abhandlung des Hrn. Prof. Dove über die neuere Farbenlehre, S. 14.

gelben Strahlen, vom violetten aber die stärker abgelenkten absorbirt.

Der mit Kochsalz versetzte Alkohol brennt, wie bekannt, mit einer ziemlich einfachen gelben Flamme, doch sieht man bei der Analyse mit dem Flintglas-Prisma daran noch einen schwach grünen und blauen Rand, welcher, wie der Hr. Prof. Dove gezeigt hat, von dem obigen braungelben Glase gänzlich absorbirt wird. Bei diesem nicht ganz einfachen Licht untersuchte ich nun noch jenes blaue und violette Glas, und fand hier noch einige Differenzen.

Hält man das dunkelblaue Glas vor's Auge, indem man durch das Prisma nach jenem Licht sieht, so verschwindet die gelbe Flamme ganz, und man bemerkt nur eine blaue mit der Spur eines grünen Randes, und dann ganz getrennt davon ein tiefrothes, kaum wahrnehmbares Flammenbild, welches früher, bei der Untersuchung der Alkoholflamme für sich, nicht zu sehen war, vielleicht wegen der überwiegenden Leuchtkraft des Gelb, an dessen wenigst gebrochenem Rand es sich befinden mufs, und mit dem es zusammenfällt. Nimmt man das dunkel violette Glas dagegen vor's Auge, so sieht man auch zwei Flammenbilder, ein schwach blaues und ein gelbes, aber nicht das Geringste von dem vorher bemerkten rothen, obwohl das gelbe im Ganzen etwas dunkler erscheint.

Aus dem Vorhergehenden ist zu ersehen, dafs mein blaues Glas sich bedeutend von dem von Biot untersuchten unterscheidet, welches die Phosphorescenz des von Daguerre präparirten Schwerspaths erhöhte, indem es weit weniger gelbes Licht durchläfst, also wohl im noch höheren Grad das Leuchten durch Insolation begünstigen mufs [1]).

Auch in dieser Hinsicht ist es untersucht worden, indem ich mit Schwefel geglühte Austerschalen theils für sich, theils unter diesem und verschiedenen anderen Glas-

1) S. Ann. Bd. XXXXVI S. 613 und 615.

platten zu gleicher Zeit den Sonnenstrahlen aussetzte, wobei ich wirklich fand, dafs die unter dem dunkelblauen Glase gelegenen, auch nicht von demselben berührten, Schalen am stärksten und längsten im Dunkeln phosphorescirten, auffallend stärker wie die unbedeckten, und sich die Reihe der Gläser nach der erregten Intensität des Leuchtens ungefähr so folgt, dafs das dunkelblaue, 7 Millim. dicke Glas obenan steht, dann das $4\frac{1}{2}$ Millim. dicke dunkelviolette, dann 4 Millim. starkes hellblaues, dann $3\frac{1}{3}$ Millim. hellviolettes kommt, und nun erst die unbedeckten Schalen und die unter grünem Glase folgen. Die Austerschalen, welche unter 4 Millimet. dikken hellbraungelben Glasplatten gelegen hatten, zeigten durchaus keine Phosphorescenz, auffallenderweise aber diejenigen unter $6\frac{2}{3}$ Millim. dicken und dunkleren braungelben eine Spur.

X. *Meteoreisen von Potosi.*

Hr. Juben, Lieutnant in der französischen Marine, hat aus Peru unter anderen Mineralien ein Stück von einem bei Potosi in Bolivia gefallenen Meteoreisen mitgebracht. Es enthält Poren, meist von unregelmäfsiger, zuweilen aber von rhombisch dodecaëdrischer Form, hin und wieder gefüllt mit einer olivinartigen Substanz. Es zeigt keine Spur von Schmelzung, wohl aber Zeichen von erlittner hoher Temperatur. Das Eisen ist ungemein zähe, läfst sich aber hämmern und feilen, oxydirt sich auch nicht an der Luft. Nach der Analyse eines Hrn. Morren besteht es aus 90,241 Eisen und 9,759 Nickel ohne Spur von Kobalt, Kupfer oder Mangan. Das mitgebrachte Stück wird im Museum zu Angers verwahrt. (*Phil. Mag. Ser. III Vol. XIV p.* 394.)

XI. *Ueber das wasserfreie schwefelsaure Ammoniak; von Heinrich Rose.*

Es ist Hrn. Regnault geglückt, eine Verbindung von Schwefelchlorid ($S\mathrm{Cl}^3$) mit Schwefelsäure in einem andern Verhältnisse zu erhalten, als ich sie dargestellt habe. Die Zusammensetzung der von mir erzeugten Verbindung kann durch die Formel $S\mathrm{Cl}^3+5\dddot{S}$, die der von Hrn. Regnault dargestellten durch die Formel $S\mathrm{Cl}^3+2\dddot{S}$ ausgedrückt werden.

Hr. Regnault erhielt durch Behandlung der Verbindung $S\mathrm{Cl}^3+2\dddot{S}$ oder, wie sie von ihm angesehen wird, $\ddot{S}\mathrm{Cl}$ mit wasserfreiem Ammoniak eine weiſse Masse, welche er als ein Gemenge von Salmiak mit einem Sulphamid ($\ddot{S}NH^2$) betrachtet. Es ist ihm nicht geglückt beide Salze von einander zu trennen. Diese Masse unterscheidet sich wesentlich von der, welche ich durch Behandlung der Verbindung $S\mathrm{Cl}^3+5\dddot{S}$ ($S+\mathrm{Cl}+2\frac{1}{2}O$) mit wasserfreiem Ammoniak erhielt, so wie auch das von Regnault angenommene Sulphamid nicht identisch mit dem von mir dargestellten wasserfreien schwefelsauren Ammoniak ist, das als ein wasserhaltiges Sulphamid ($\ddot{S}NH^2+\dot{H}$) betrachtet werden kann. Auf letzteren Unterschied macht übrigens Regnault selbst schon aufmerksam.

Der Unterschied besteht besonders darin, daſs die Auflösung der von Regnault dargestellten Masse die Auflösung der Baryterdesalze nicht trübt, was der Fall ist, sowohl bei der Auflösung der Verbindung, welche durch Sättigung von $S\mathrm{Cl}^3+5\dddot{S}$ mit wasserfreiem Ammoniak entsteht, als auch bei der Auflösung des wasserfreien schwefelsauren Ammoniaks. Letztere beide Auf-

1) *Annales de chimie et de phisique*, *T. LXIX p.* 170.

lösungen fällen bei gewöhnlicher Temperatur nicht die Auflösungen der Strontianerde- und Kalkerdesalze, wohl aber die der Baryterde, obwohl höchst unvollständig [1]).

Es scheint mir nothwendig, diese verschiedenen Verbindungen hinsichtlich ihrer Eigenschaften näher zu untersuchen und sie möglichst im reinen krystallisirten Zustand darzustellen, um zu sehen, ob sie reine chemische Verbindungen oder vielleicht Gemenge sind. — Ich werde hier nur neuere Untersuchungen über die Bereitung und einige Eigenschaften des wasserfreien schwefelsauren Ammoniaks anführen.

Die Bereitung dieses Körpers durch Behandlung der wasserfreien Schwefelsäure mit trocknem Ammoniakgas ist zwar sehr einfach; man erhält indessen, wie ich diefs schon früher bemerkt habe, nur eine sehr geringe Ausbeute, weil sich eine Verbindung des wasserfreien schwefelsauren Ammoniaks mit wasserfreier Schwefelsäure bildet, die sich äufserst schwer und sehr unvollständig mit Ammoniak sättigt, selbst wenn man sie Jahre hindurch in einer Atmosphäre von Ammoniakgas aufbewahrt. Zerreibt man die harte, gummiähnliche saure Verbindung zu Pulver, um die Berührung mit dem Ammoniakgas zu vermehren, so mufs man besorgen, dafs während des Zerreibens die wasserfreie Schwefelsäure Wasser anzieht, wodurch sich bei nachheriger Sättigung mit Ammoniakgas schwefelsaures Ammoniumoxyd bildet, das nicht vom schwefelsauren Ammoniak zu trennen ist, und die Eigenschaften desselben sehr modificiren kann.

Ich habe mich deshalb bemüht, das wasserfreie schwefelsaure Ammoniak auf eine andere Weise zu bereiten, oder vielmehr aus der Verbindung desselben mit Schwefelsäure letztere abzuscheiden. Es ist mir diefs vollkommen geglückt.

Bereitet man das wasserfreie schwefelsaure Ammo-

1) Poggendorff's Annalen, Bd. XXXXIV S. 300 und Bd. XXXII S. 81.

niak durch Behandlung der wasserfreien Schwefelsäure mit trocknem Ammoniakgas, so mufs man nur den etwas pulverförmigen dünnen Ueberzug benutzen, und denselben als wasserfreies Salz aufbewahren; aber sorgfältig darauf achten, dafs er keine kleine Stücke der sauren Verbindung enthält. Die Auflösung desselben mufs das Lackmuspapier nicht im Mindesten röthen. Die zurückbleibende, an den Wänden des Gefäfses stark festsitzende saure Verbindung läfst man längere Zeit mit dem Ammoniakgase in der Flasche in Berührung, nachdem dieselbe vollkommen gegen den Zutritt der Luft verschlossen ist. Darauf wird aus dem Gefäfse vermittelst eines Stromes von getrockneter atmosphärischer Luft das nicht absorbirte Ammoniakgas fortgeblasen, was oft sehr lange dauert, aber vollkommen geschehen mufs.

Man löst darauf den Inhalt der Flasche in Wasser auf, vermeidet aber dabei eine zu starke Erhitzung. Es ist besser die Flasche erst längere Zeit einer feuchten Atmosphäre auszusetzen, ehe man Wasser in sie bringt, um das saure Salz sehr allmälig im Wasser aufzulösen. Die Auflösung wird darauf bei gewöhnlicher Temperatur mit kohlensaurer Baryterde behandelt, welche die überschüssige Schwefelsäure abscheidet, auf das wasserfreie schwefelsaure Ammoniak hingegen nicht wirkt.

Die filtrirte Auflösung des Salzes wird bei sehr gelinder Hitze abgedampft, wobei ein Kochen zu vermeiden ist, und die concentrirte Flüssigkeit über Schwefelsäure zum Krystallisiren gebracht. Besser ist es zwar, die Auflösung unter der Luftpumpe über Schwefelsäure abzudampfen, weil die Auflösung des wasserfreien schwefelsauren Ammoniaks, wie die des neutralen schwefelsauren Ammoniumoxyds durch's Erhitzen nach und nach etwas schwach sauer wird. Bei grofsen Mengen ist diefs indessen schwer auszuführen. Die Veränderung durch's Erhitzen der Auflösung ist übrigens sehr gering, wenn die Hitze nicht bis zum Kochen gesteigert wird.

Es ist nöthig, von dem sauren wasserfreien schwefelsauren Ammoniak alles freie Ammoniakgas vollständig fortzutreiben, weil durch dieses beim Auflösen des Salzes in Wasser schwefelsaures Ammoniumoxyd entsteht, das durch kohlensaure Baryterde nicht vom schwefelsauren Ammoniak zu trennen ist. Es ist auch nöthig, beim Auflösen des sauren wasserfreien Salzes die zu starke Erhitzung zu vermeiden, weil bei Gegenwart von vieler concentrirter freier Schwefelsäure bei erhöhter Temperatur das schwefelsaure Ammoniak zum Theil in schwefelsaures Ammoniumoxyd übergehen könnte.

Ich habe schon früher bemerkt, dafs ich aus der Auflösung des wasserfreien schwefelsauren Ammoniaks dasselbe im wasserfreien Zustand durch Abdampfen erhalten habe. Da ich indessen früher nur kleine Mengen des Salzes anwenden konnte, so waren die erhaltenen Krystalle nicht bestimmbar. Nach der neueren, so eben beschriebenen Methode habe ich aber sehr grofse Krystalle zum Theil von der Länge eines halben Zolles mit glatten Flächen erhalten, deren Krystallform weiter unten von meinem Bruder beschrieben werden wird.

Die Krystalle, so wie die beim Abdampfen zugleich erhaltenen, nicht deutlich krystallisirten Massen, ziehen Feuchtigkeit aus der Luft an. Von letzteren wurden 1,244 Grm., die über Schwefelsäure getrocknet worden waren, aufgelöst, die Auflösung mit Chlorbaryumauflösung versetzt, das Ganze zur Trocknifs abgedampft, und die trockne Masse bis zur Verjagung des Chlorammoniums geglüht. Der Rückstand, mit Wasser, das etwas freie Chlorwasserstoffsäure enthielt, behandelt, hinterliefs 2,442 Grm. schwefelsaure Baryterde, die 67,47 Proc. Schwefelsäure in der Verbindung entsprechen. Diefs ist etwas weniger, als man der Rechnung nach erhalten sollte; denn nach dieser sind 70,03 Proc. Schwefelsäure im wasserfreien Salze enthalten. Dieser Unterschied hat zum Theil darin seinen Grund, dafs selbst in der Glühhitze

das wasserfreie schwefelsaure Ammoniak durch einen Ueberschufs von Chlorbaryum nicht völlig zersetzt zu werden scheint, und dafs mit den Dämpfen des entweichenden Chlorammoniums etwas des unzersetzten Salzes sich verflüchtigt.

Unter den verschiedenen Ansichten über die Zusammensetzung des wasserfreien schwefelsauren Ammoniaks führte ich auch die an, dafs man es sich als ein Hydrat eines Sulphamids, $\ddot{S} N H^2 + \dot{H}$, denken kann. Diese Vorstellung ist von den meisten Chemikern, namentlich von Dumas, angenommen worden. Ich konnte mich eigentlich nie entschliefsen, diese Ansicht als die wahrscheinlichste anzunehmen, da die Existenz von wasserhaltigen Amiden nicht bewiesen ist, und der Unterschied zwischen einer Ammoniak- und einer Amidverbindung in einem Wassergehalte der ersteren liegt. Durch die Entdeckung des eigentlichen wasserfreien Sulphamids, $\ddot{S} N H^2$, durch Regnault, welches andere Eigenschaften als das wasserfreie schwefelsaure Ammoniak hat, wird jene Ansicht noch unwahrscheinlicher.

Der zweckmäfsigste Name für die Verbindung des wasserfreien Ammoniaks mit der wasserfreien Schwefelsäure ist wohl der des schwefelsauren Ammoniaks. Aber es ist, glaube ich, unmöglich, bei diesem Namen eine Verwechslung mit dem schwefelsauren Ammoniumoxyd zu vermeiden, wenn man nicht immer das Beiwort wasserfrei hinzufügen will; da letztere Verbindung seit früheren Zeiten, wo man keine richtigen Ansichten über den Unterschied von Ammoniak- und Ammoniumoxydverbindungen hatte, schwefelsaures Ammoniak genannt wird. Es scheint mir daher am passendsten, den Namen des schwefelsauren Ammoniaks ganz zu vermeiden, und dem wasserfreien schwefelsauren Ammoniak einen besonderen Namen zu geben. Ich schlage daher den Namen *Sulphat-Ammon* oder *Sulphammon* vor. Es scheint mir nicht unzweckmäfsig, den Namen *Ammone* den eigentli-

chen Ammoniakverbindungen zu geben, die aus wasserfreiem Ammoniak und einer wasserfreien Sauerstoffsäure bestehen. Es ist hierbei zu bemerken, daſs nur das Sulphat-Ammon und das Sulphit-Ammon (wasserfreies schweflichtsaures Ammoniak) in ihren Auflösungen andere Eigenschaften zeigen als die Auflösungen der ihnen entsprechenden Ammoniumoxydsalze; bei dem Carbonat-Ammon und anderen Ammonen ist dieſs nicht der Fall.

Wer das Ammoniak als ein Hydrür von NH^2 betrachten, und letzteres mit dem Namen *Ammon* bezeichnen will, kann das Ammoniak *Hydrammon*, und obige Verbindung schwefelsaures Hydrammon nennen. Da indessen demselben eigentlich die Charaktere eines Salzes fehlen, so ist vielleicht der zuerst vorgeschlagene Name vorzuziehen.

XII. *Ueber die Krystallform des wasserfreien schwefelsauren Ammoniaks.*

Die Krystalle des wasserfreien schwefelsauren Ammoniaks (Sulphat-Ammon) haben (Fig. 2 Taf. III) beim ersten Anblick das Ansehen einer 2- und 1-gliedrigen Combination; und erscheinen als rhombische Prismen *o*, die an den Enden mit der schiefen Basis *c* und einem basischen rhombischen Prisma *d* begränzt sind [1]). Untersucht man indessen die Winkel näher, so findet man, daſs die Neigung der Flächen *c* und *d* ganz mit dem Winkel übereinstimmt, unter welchem die Fläche *c* gegen die Kante zwischen den Flächen *o* geneigt ist, und daſs ferner sowohl der ebene Winkel α auf der Fläche *c*, als auch der Winkel β auf der Fläche *d* rechte Winkel sind, welcher letztere Umstand auch gleich bei dem Anblicke der Krystalle auffällt.

1) Die Krystalle bilden zuweilen noch dünnere Tafeln, so daſs die Flächen *d*, die sich gewöhnlich nur in Punkten berühren, in Kanten schneiden.

Daraus geht hervor, dafs die Krystalle nicht 2- und 1-gliedrig, sondern in der That 2- und 1-axig sind. Die Flächen *o* bilden nämlich nun die Flächen eines Quadratoctaëders, *d* die Flächen des ersten stumpferen Octaëders desselben und *c* die gerade Endfläche; aber die Quadratoctaëder treten nur parallelflächig hemiëdrisch auf, und zwar so, dafs bei dem Octaëder *o* nur die Flächen, die zweien parallelen Endkanten, bei dem Octaëder *d* die Flächen, die zweien parallelen Seitenkanten anliegen, vorhanden sind.

Aus den angestellten Messungen der Winkel folgt für die Axen des Hauptoctaëders das Verhältnifs:

$$a : c = 1 : 1{,}648;$$

daraus ergeben sich folgende Winkel:

$o : o =$	98°	56′
$o : c =$	113	14
$o : d =$	139	28
$c : d =$	121	15

Die Flächen *g* und *o* sind glatt und glänzend, und lassen sich mit ziemlicher Genauigkeit mit dem Reflexionsgoniometer messen, *c* ist gewöhnlich etwas uneben. Die Krystalle sind nicht spaltbar. Sie sind ferner farblos und durchsichtig, ziehen aber mit der Zeit Feuchtigkeit an, so dafs sie in verschlossenen Gefäfsen aufbewahrt werden müssen.

Die Form der Krystalle des Sulphat-Ammons ist sehr merkwürdig; denn die Krystalle bieten das erste bekannte Beispiel einer parallelflächigen Hemiëdrie eines Quadratoctaëders dar. Man konnte deshalb wohl anstehen, diese Ansicht für die richtige zu halten, doch stimmen damit die gemessenen Winkel so gut überein, dafs die kleinen gefundenen Abweichungen nur für Fehler der Messung, die sich bei weichen künstlichen Salzen schwerer als bei harten glänzenden Krystallen von Mineralien vermeiden lassen, anzusehen sind.

Gustav Rose.

XIII. *Ueber die Wirkung zwischen Platinchlorid und Aceton; von W. C. Zeise.*

(Mitgetheilt vom Hrn. Verfasser aus: *Oversigt over det Kongl. Danske Selskabs Forhandlinger*) [1]).

Platinchlorid, mit Aceton zu einer breiartigen Masse angerührt und stehen gelassen, setzt einen krystallinischen Stoff von anfangs brauner Farbe ab, umgeben von einer schwarzbraunen syrupdicken Flüssigkeit. Beim Auswaschen auf einem Filtrum mit Aceton nimmt der krystallinische Stoff eine gelbe Farbe an. Beim Umkrystallisiren aus einer Lösung in Aceton erhält man ihn vollkommen rein. Diesen Stoff nennt der Verfasser *Acechlorplatin.*

Die Elementar-Zusammensetzung des Acechlorplatins ist $=1\,Pt+2\,Cl+6\,C+10\,H+1\,O$. Es ist geruchlos, von metallischem Geschmack, nur in geringer Menge auflöslich in Wasser, Alkohol und Aether; concentrirte Salzsäure wirkt nur in erhöhter Temperatur darauf; Aceton löst es in ziemlich grofser Menge. Im Oelbade über 200° erhitzt, wird es zerstört; es nimmt dabei eine schwarze Farbe an, giebt ein Gas, bestehend aus einem Gemenge von Salzsäure, leichtem Kohlenwasserstoff und etwas Kohlensäure, in reichlicher Menge aus, und liefert ein braun gefärbtes salzsäurereiches Destillat.

Der schwarze Rückstand ist eine Verbindung von Platin und Kohlenstoff, ohne die mindeste Spur von eingemengtem metallischen Platin; es besteht aus 1 At. Platin und 2 At. Kohlenstoff.

Bei der Destillation mit Wasser wird das Acechlorplatin erst braun und zuletzt schwarz. Das Destillat enthält aufser Salzsäure einen eigenen wohlriechenden, äther-

1) Diese Notiz ergänzt in einigen Stücken die bereits in dies. Annal. Bd. XXXXV S. 332 mitgetheilte. *P.*

artigen Stoff. Beim Erhitzen verpufft der schwarze pulverförmige Rückstand mit Funkensprühen. Dasselbe Verhalten zeigt er bei gewöhnlicher Temperatur bei Berührung mit Alkohol unter Zutritt der Luft, und darauf entzündet sich gewöhnlich der Alkohol. Wahrscheinlich enthält er, aufser Platin und Kohlenstoff, auch Wasserstoff und Sauerstoff.

Aehnlich verhält sich das Acechlorplatin bei Destillation mit einer schwachen wäfsrigen Kalilösung oder mit einer alkoholischen Kalilösung.

Eine Lösung von Chlorkalium nimmt bedeutend mehr Acechlorplatin auf als reines Wasser; und die gelb gefärbte Lösung erträgt ein langes Kochen, ohne die mindeste Anzeige von Zersetzung des Acechlorplatin; doch kann nur schwierig eine bestimmte Verbindung von Chlorkalium und Acechlorplatin erhalten werden.

Der kohlenhaltige Stoff im Acechlorplatin enthält, dem Angeführten gemäfs, 2 At. Wasserstoff und 1 At. Sauerstoff weniger als das Aceton. Dieser Stoff, der, wie sich annehmen läfst, das gegen das Aceton, was der Aether gegen Alkohol ist, kann auch unter gewissen anderen Umständen isolirt dargestellt werden. Allein das Aceton giebt auch bei gewissen Behandlungen eine Verbindung von 6C und 8H (Kane's Mesitylen) [1]), welche sich hier ansehen läfst wie das was das Aetherin gegen Alkohol ist; und das Aceton kann, übereinstimmend damit, betrachtet werden als $C^6H^8+2H^2O$ ähnlich wie der Alkohol als $C^4H^8+2H^2O$.

Mit Rücksicht hierauf glaubt der Verfasser, dafs die Zusammensetzung des Acechlorplatins vorgestellt werden kann durch:

$$PtCl^2+C^6H^8+H^2O,$$

oder, wenn man 1 At. Aceton $=C^3H^4+H^2O$ setzt, vielleicht noch richtiger, durch:

$$(PtCl^2+C^3H^2)+(H^2O+C^3H^4),$$

1) Annalen, Bd. XXXXIV S. 474.

p.

durch welche letztere Formel die Zusammensetzungsweise des Acechlorplatins in sofern analog wird mit der, des mittelst Alkohol dargestellten brennbaren Chlorplatins:

$$(PtCl^2 + C^2 H^4) + (PtCl^2 + C^2 H^4),$$

wenn 1 At. Wasser in jenem als Stellvertreter für 1 At. Platinchlorür in diesem angesehen werden kann. Was übrigens für die Vorstellungsweise spricht, ist unter andern die Bildung der kohlenwasserstoffhaltigen Platinverbindung beim Kochen von Acechlorplatin mit Wasser, und von jenem Platinkohlenstoff bei dessen Zerstörung blofs mittelst Erhitzung.

Die schwarzbraune Mutterlauge, welche das zuerst angeschossene rohe Acechlorplatin umgiebt, ist reich an Salzsäure, und enthält, aufser einer Portion Acechlorplatin, eine Verbindung von mehren Stoffen, die fast alle weit leichter und reichlicher löslich in Aceton sind als das Acechlorplatin, und aufserdem mehr oder weniger löslich in Alkohol und Aether. Sie bilden zusammen eine pech- oder harzartige Masse, die, etwas über der gewöhnlichen Temperatur, weich und zähe, genugsam unter derselben, aber spröde ist. Mit einer weiteren Untersuchung dieser Stoffe und verschiedener hieher gehörender Nebenproducte ist der Verfasser beschäftigt; auch beabsichtigt er, das Verhalten des Acechlorplatins unter noch mehren Umständen zu untersuchen.

Die zu diesen Versuchen angewandte, ziemlich bedeutende Menge Aceton verschaffte sich der Verfasser durch Destillation eines Gemenges von Bleizucker und Kalk, welche er für die beste Bereitungsweise dieses Stoffes hält.

XIV. *Ueber die Einwirkung der Arseniksäure auf Rohrzucker; von Dr. L. Elsner,*

Lehrer am Königl Gewerbe-Institut zu Berlin.

Um die kleinsten Mengen freier Schwefelsäure zu entdecken bedient sich Hr. Prof. Runge (Poggend. Ann. Bd. XXXI S. 517) bekanntlich einer Lösung von 1 Zukker in 30 Wasser, mit welcher eine Porcellanplatte bestrichen, mittelst Wasserdampf bei 100° C. erhitzt und mit der auf freie Schwefelsäure zu untersuchenden Flüssigkeit betröpfelt wird, um weiter durch die hiedurch entstehende Schwärzung der betröpfelten Stelle auf einen Gehalt von freier Schwefelsäure zu schliefsen. — Hr. Prof. Runge bemerkt, dafs Phosphorsäure und andere freie Säuren den Zucker auf diese Weise nicht zersetzten; allein unter diesen mufs die Arseniksäure ausgenommen werden, wie ich sogleich zeigen werde.

Schon im Jahre 1827 machte ich zuerst auf die merkwürdige Röthung aufmerksam (in dem Neuen Journal für Chemie von Schweigger, Bd. XX S. 348), welche die Zuckerarten erleiden, wenn sie mit concentrirten Lösungen von Arseniksäure in Wasser längere Zeit in Berührung gelassen werden, von welcher interessanten Erscheinung ich versuchte im Jahre 1831 in Schweigger-Seidels Neuem Journal für Chemie, Band I S. 350, eine Erklärung zu geben. Ich zeigte, dafs bei dieser gegenseitigen Reaction des Rohrzuckers und der Arseniksäure beide eine Veränderung erleiden, indem ersterer in Traubenzucker übergeht und die Arseniksäure theilweise zu einer niederen Oxydationsstufe zurückgeführt werde. Diese Reduction erklärte ich mir damals durch die Einwirkung des sich ausscheidenden Kohlenstoffs aus dem zersetztwerdenden Zucker, und eben so

die in der Zuckerlösung entstehende Röthung durch sich ausscheidenden, höchst fein zertheilten Kohlenstoff. — Malaguti zeigte in seiner Abhandlung: Ueber die Wirkung der verdünnten Säuren auf Rohrzucker, *Journ. de Pharm. Septbr.* 1835, *p.* 443 bis 457, dafs hiebei sich Humussäure bilde, und unter den angegebenen Säuren, die diese Veränderung hervorbringen, findet sich auch Arseniksäure angegeben. — Was ich daher früher schon für fein zertheilten sich ausscheidenden Kohlenstoff gehalten hatte, hatte sich demnach bei genauerer Prüfung als eine sehr kohlenstoffreiche Säure erwiesen, deren nach und nach vorschreitende Bildung der Grund der Röthung ist, wenn Zucker- und Arseniksäure-Lösungen in gegenseitige Wechselwirkung treten. — Als ich demnach die Angaben des Hrn. Prof. Runge über Prüfung auf freie Schwefelsäure gelesen hatte, prüfte ich in derselben Art und Weise das Verhalten von sehr verdünnten Lösungen freier Arseniksäure auf Zucker, und fand folgende Resultate:

Es wurde eine Porcellanplatte mit einer Zuckerlösung aus 1 Zucker und 30 Wasser bestrichen, durch die Dämpfe von kochendem Wasser erhitzt, und hierauf mit einem Tropfen einer Lösung von 1 Arseniksäure und 100 Wasser betröpfelt; nach einigen Secunden dauernder Einwirkung zeigte sich zuerst am Rande ein rother Streif, der immer breiter und breiter, und zuletzt zu einem schönen hochrothen Fleck auf der weifsen Porcellanplatte wurde.

Bei einer Verdünnung von 1 Arseniksäure und 300 Wasser zeigte sich, wie eben angegeben die Untersuchung angestellt: ein deutlich hochrother Streif am Rande, der sich nach der Mitte des Flecks orange zeigte.

Bei einer Verdünnung von 1 Arseniksäure und 1200 Wasser zeigte sich unter denselben Umständen nur am Rande ein schmaler rother Streif, der sich nach der Mitte hin nur gelb gefärbt verlief.

Bei einer Verdünnung von 1 Arseniksäure und 1800 Wasser zeigte sich keine Farbenänderung mehr, und es war nur ein klarer, firnifsartiger Ueberzug von der eingedampften Zuckerlösung auf der Porcellanplatte wahrzunehmen.

Aus diesen Versuchen geht demnach hervor, dafs auch freie Arseniksäure unter denselben Umständen auf Zucker einwirkend, wie freie Schwefelsäure, eine Farben-Nuance hervorruft, die freilich nicht bei so grofser Verdünnung, wie dieses, nach Hrn. Prof. Runge, bei der freien Schwefelsäure der Fall ist, noch eintritt, die jedoch jedenfalls nächst den Reactionen der Schwefelsäure zugleich mit angeführt zu werden verdient.

Dafs übrigens auch Milchzucker, Gummi etc. unter denselben Umständen wie Zucker durch freie Schwefelsäure eine Schwärzung erleiden, hat Hr. Prof. Hünefeld neuerdings gezeigt; Erdm. Journ. f. pract. Chemie, Bd. XVI S. 32, worauf ich nur noch aufmerksam machen wollte.

XV. *Ueber den rothen Farbestoff in den Blüthen, und dessen Identität mit dem rothen Farbestoff in anderen Pflanzenorganen; von Dr. L. Elsner.*

Von der rothen Farbe der Blumen sagt Berzelius in seinem Lehrbuche der Chemie, Bd. VII S. 159 seq., 4. Aufl. 1838, dafs die Farbestoffe der roth blühenden Blumen hinsichtlich ihrer chemischen Verhältnisse gewifs eine nähere Untersuchung verdienten. — Mit Bezugnahme auf diese Bemerkung erlaube ich mir aufmerksam zu machen auf eine Abhandlung von mir über diesen Gegenstand, die sich abgedruckt findet in dem Schweigger-Sei-

del'schen Jahrbuch für Chemie, Bd. LXV. S. 165 bis 175, vom Jahre 1832, in welcher ich *schon damals* die Identität des rothen Farbestoffs in den Blüthen von Pflanzen folgender natürlicher Familien nachwiefs: der *Irideae, Labiatae, Rosaceae, Ranunculaceae, Geraniaceae, Cannaceae, Malvaceae, Papaveraceae, Cariophylleae, Leguminosae, Myrtaceae.* — Ich zeigte ferner in derselben Abhandlung, dafs der rothe Farbestoff, der sich findet in den Bracteen von *Melampyrum arvense*, den Blättern von *Clad. bicolor*, den rothen Tegmenten der Beeren von *Prunus cerasus*, *Ribes rubr.*, *Sorbus aucupar.*, ganz gleich sey demjenigen, der sich findet in den rothen Blüthen; ja, dafs sich dessen Identität noch erstrecke auf den rothen Farbestoff, welcher der Grund der Röthung der Blätter bei mehreren Pflanzen im Herbst ist, wie z. B. in den rothgefärbten Blättern von *Lythr. salicar.*, *Pyrus communis* und einigen Species des *Genus Rhus.* — So interessant das Resultat dieser Untersuchung ist, so mufs ich doch eines anderen Umstandes hiebei gedenken, der auch sehr der Beachtung verdient: Die Farbe der Niederschläge des rothen Farbestoffs aus den verschiedensten Pflanzen mit Bleizucker ist gewöhnlich *schön grün;* diese Verbindung des Bleioxyds mit dem Farbestoff durch Schwefelwasserstoffgas zersetzt, nachdem das Präparat vorher in wäfsrichtem Alkohol suspendirt worden, giebt Schwefelblei, und die überstehende Flüssigkeit wird herrlich *roth gefärbt;* — es scheidet sich demnach aus der *grünen* Verbindung der *rothe* Farbestoff durch diese einfache Operation wieder aus.

Was den gelben Farbestoff der gelb blühenden Blumen anbelangt, so ist noch denjenigen Pflanzen, die Berzelius in demselben Bande seines Werkes aufführt, von denen der gelbe Farbestoff näher untersucht ist, als da sind *Tropaeol. maj.*, *Narcissus pseudo-narcissus*, *Narcissus Tacetta*, nach meinen Untersuchungen, die sich ausführlich in der citirten Abhandlung befinden, noch

anzureihen der *gelbe* Farbestoff aus den hochrothen Blüthen der *Cacalia sagittata et coccinea*, der in seinem chemischen Verhalten die gröſste Aehnlichkeit zeigt mit dem gelben Farbestoff, den Caventou fand in den Blüthen von *Narcissus pseudo-narcissus*.

Ich bedaure sehr, daſs Hr. Berzelius diese Abhandlung nicht gekannt zu haben scheint, um selbe in seinem so allgemein geschätzten Werke aufnehmen zu können, da ich derselben keinen besseren Platz hätte wünschen dürfen, um allgemeiner bekannt zu werden.

XVI. *Chemische Untersuchung des Miloschins aus Serbien; von Carl Kersten in Freiberg.*

Der verstorbene Oberberghauptmann, Freiherr von Herder, brachte mir im J. 1836 von seiner Reise nach Serbien ein neues Mineral mit, welches *er* mit dem Namen Miloschin belegte. Unter seinen hinterlassenen Papieren befindet sich die nachfolgende Analyse dieses Minerals, welche ich in dem genannten Jahre auf den Wunsch des Verewigten anstellte.

Die äuſseren Charaktere des Miloschins, die Hr. Prof. Breithaupt kürzlich im 15. Bande 6. Heft des Journ. f. practische Chemie mitgetheilt hat, sind folgende:

Schimmernd, bisweilen selbst matt, auf den Klüften glänzend.

Farbe, nach Breithaupt, indigblau mit merklicher Beimischung von Grün; nach meinem Dafürhalten *seladongrün*.

Strichpulver gleichfarbig, nur etwas blasser.

Kaum an den Kanten durchscheinend.

Gestalt derb, meist in gröſseren Parthien, in's Erdige übergehend.

Härte 2½ . . . . . 3 } nach Breithaupt.
Spec. Gew. 2,131 }

Fühlt sich fein und ziemlich mager an.

In Wasser unter Knistern zerspringend.

Dieses Mineral kommt, nach v. Herder, in ziemlicher Menge zu Rudniak in Serbien auf einem mit Quarz und braunem Eisenocker ausgefüllten Gange vor. — Es giebt beim Glühen im Glaskolben Wasser aus, welches weder alkalisch noch sauer reagirt, und ohne einen Rückstand zu hinterlassen, verdampft. Das Mineral verliert hierbei seine eigenthümliche Farbe und wird bräunlichgrau. In der Pincette vor dem Löthrohr, mit der Spitze der blauen Flamme stark erhitzt, schmilzt der Miloschin nicht, theilt auch dieser, weder für sich allein, noch nach dem Befeuchten mit Schwefelsäure, eine Färbung mit. Borax löst ihn träge, aber vollständig auf. Die Perle erscheint, nach der Behandlung im Oxydationsfeuer, in der Wärme gelb, nach dem Erkalten gelblichgrün. Im Reductionsfeuer behandelt, zeigt sie, sowohl warm als erkaltet, eine smaragdgrüne Farbe.

Von Phosphorsalz wird das Mineral langsam, unter Abscheidung eines Kieselskelettes, zu einem, nach völligem Erkalten, smaragdgrünen Glase aufgelöst. Mit Soda auf Kohle geschmolzen, entsteht eine unklare, schmutzig ziemlich gelbe Masse. Während der Schmelzung bildet sich kein Beschlag auf der Kohle, auch zeigen sich, nach dem Aufreiben und Schlämmen der geschmolzenen Masse, keine Metalltheilchen. — Mit Borsäure und Eisen behandelt, giebt sich kein Phosphorsäuregehalt zu erkennen. Chlorwasserstoffsäure zerlegt das Mineral nur theilweise; sie färbt sich grün von Chromoxydul und es bleibt ein starker grünlichgrauer Rückstand. Beim Kochen des Miloschins mit Schwefelsäure und Erhitzen der erhaltenen Masse mit aufgelöster Weinsteinsäure wurde eine *grüne* Flüssigkeit erhalten. — Die qualitative Analyse dieses Minerals durch Schmelzen mit kohlensaurem Na-

tron ergab, dafs dasselbe aus *Kieselerde*, *Thonerde*, *Chromoxyd*, *Wasser* und geringen Mengen von *Kalkerde*, *Talkerde* und *Eisenoxyd* bestehe, ingleichen gab sich beim Schmelzen mit kohlensaurem Baryt deutlich eine Spur *Kali* zu erkennen.

Zur Ermittlung der quantitativen Zusammensetzung des Minerals wurde dasselbe mit 3 Theilen entwässerten kohlensauren Natrons geschmolzen. Die Masse sinterte blofs zusammen und hatte auf der Oberfläche eine gelbe Farbe. Sie wurde hierauf mit Chlorwasserstoffsäure behandelt, welche sich anfangs gelb, bei längerer Erhitzung aber schön smaragdgrün färbte. — Die Kieselerde schied man auf die gewöhnliche Weise ab. Da sie nach dem Glühen bräunlich von chromsaurem Chromoxyd gefärbt erschien, so wurde sie nochmals mit Soda und ein wenig Salpeter geschmolzen, worauf die geschmolzene Masse wiederum mit Chlorwasserstoffsäure aufgeweicht und die Kieselerde durch Verrauchen der Auflösung getrennt ward. Sie erschien nun weifs, jedoch noch mit einem Stich in's Gelbe. — Die hierbei erhaltene Auflösung wurde der Hauptflüssigkeit beigefügt, diese mit Alkohol erhitzt und sodann mit Chlorammonium versetzt, worauf man Thonerde und Chromoxyd gemeinschaftlich in der Wärme durch kaustisches Ammoniak fällte. Der Niederschlag wurde schnell unter Abschlufs der Luft filtrirt, durch Kochen mit Kalilauge zerlegt; hierbei erhielt ich die Flüssigkeit längere Zeit im Sieden, um die kleinen Mengen des sich anfangs auflösenden Chromoxyds vollständig zu fällen. Das Chromoxyd wurde sodann geglüht, wobei es die bekannte Feuererscheinung zeigte, und nun gewogen. Da dasselbe noch ein wenig Thonerde und Talkerde enthalten konnte, so wurde es in einem Porcellantiegel mit Salpeter geschmolzen; nach dem Aufweichen der geschmolzenen Masse blieben jedoch nur einige zarte Flocken von Eisenoxyd zurück. Die Thonerde wurde aus der vom Chromoxyd

abfiltrirten Flüssigkeit auf die gewöhnliche Weise abgeschieden. Aus der Hauptflüssigkeit fällte man nun durch oxalsaures Kali eine kleine Menge Kalkerde, welche durch Glühen und Befeuchten mit kohlensaurem Ammoniak in kohlensauren Kalk verwandelt wurde. Die zurückgebliebene Flüssigkeit versetzte ich nun mit kohlensaurem Natron, dampfte sie hierauf zur Trocknifs und glühte die Salzmasse sodann zur Verflüchtigung der ammoniakalischen Salze. Nach der Behandlung des Rückstandes mit Wasser blieb eine geringe Menge Talkerde zurück, welche, mit Soda auf Platinblech geschmolzen, keine Reaction auf Mangan zeigte.

2 Grm. Miloschin verloren bei zweimaligem Glühen, 0,466 Grm. =23,30 Proc. Wasser. 3 Grm. desselben gaben bei der Analyse:

Thonerde	=1,3503 Grm.
Kieselerde	=0,8250 -
Chromoxyd	=0,1083 -
Kalkerde	=0,0090 -
Talkerde	=0,0060 -
Wasser	=0,6990 -
Kali, Eisenoxyd	Spur
	2,9976 Grm.

oder 100 Th. des Miloschins sind zusammengesetzt aus:

Thonerde	45,01
Kieselerde	27,50
Chromoxyd	3,61
Kalkerde	0,30
Talkerde	0,20
Wasser	23,30
Kali, Eisenoxyd	Spur
	99,92.

Der Miloschin ist daher ein Zwei-Neuntel Silicat von Thonerde und Chromoxyd mit Wasser, und seine Zusammensetzung wird, wenn man die kleinen Mengen von Kalkerde und Talkerde unberücksichtigt läfst, durch die Formel:

$$\left.\begin{array}{l}\dddot{Al}^{2}\\ \dddot{Cr}^{2}\end{array}\right\}\dddot{Si}^{2}+9\dot{H}$$

ausgedrückt.

XVII. *Chemische Untersuchung des Wolchonskoits; von C. Kersten.*

Berthier hat den Wolchonskoit aus dem Kreise Ochansk des Gouvernements Perm bereits analysirt und zusammengesetzt gefunden aus:

Chromoxyd	34,0
Eisenoxyd	7,2
Talkerde	7,2
Kieselerde	27,2
Wasser	23,2
	98,8.

Da indessen diese Zahlen keine Verbindungsformel geben (vergl. Berzelius's Jahresbericht, XIV. Jahrg. S. 196), dieses Mineral zu dem Miloschin in naher Beziehung steht, und ich ein sehr schönes reines Stück davon von einem der hier studirenden Kais. Russischen Berg-Ingenieure erhalten hatte, so wurde ich hierdurch veranlafst, die Analyse dieses Minerals zu wiederholen.

Beim Erhitzen im Glaskolben giebt der Wolchonskoit viel Wasser aus, welches die Reactionspapiere nicht verändert, während jener seine grüne Farbe in Bräunlichschwarz verwandelt. Beim Erhitzen in der Pincette

vor dem Löthrohre zeigt er sich unschmelzbar, ertheilt auch dem blauen Dunst der äufseren Flamme; sowohl für sich allein, als mit Schwefelsäure befeuchtet, keine Färbung. Borax löst das Mineral träge zu einer klaren Perle auf, welche, im Oxydationsfeuer behandelt, nach völligem Erkalten schön smaragdgrün erscheint. Von Phosphorsalz wird es ebenfalls, mit Hinterlassung eines Kieselskelettes, im Oxydationsfeuer zu einem nach dem Erkalten smaragdgrünen Glase, aufgelöst. Mit Soda auf Kohle schmilzt das Mineral zu einer röthlich gelben Masse, zugleich bildet sich ein zarter gelblicher Beschlag. Nach dem Schlämmen der Masse bleiben graue, glänzende, geschmeidige Metallblättchen zurück, welche, mit etwas Soda auf Kohle geschmolzen, einen in der Wärme citrongelben, erkaltet schwefelgelben Beschlag von *Bleioxyd* geben. — Bei Behandlung des Minerals mit einer Phosphorsalzperle, die mit Kupferoxyd gesättigt war, gab sich *kein* Chlorgehalt zu erkennen, imgleichen keine Phosphorsäure, als das Mineral mit Boraxsäure und Eisen behandelt wurde. Gegen Chlorwasserstoffsäure verhält sich der Wolchonskoit genau wie der Miloschin; er wird nämlich beim Erhitzen damit blofs unvollständig zerlegt, und die Säure färbt sich nur grün von etwas aufgelöstem Chromoxyd. Berthier führt an, dafs der Wolchonskoit in concentrirter und siedender Salzsäure gelatinire; bei meinen Versuchen verhielt sich derselbe aber nicht so; die Säure zog blofs etwas Chromoxydul aus und das Mineral veränderte sich anscheinend nicht. — Durch die Präliminaranalyse, bei welcher der Wolchonskoit durch Schmelzen mit der 3fachen Menge von gleichen Theilen kohlensauren Natrons und Salpeter aufgeschlossen wurde, fand man, aufser den von Berthier angegebenen Bestandtheilen, noch eine nicht unbedeutende Menge Thonerde, ferner Bleioxyd und Manganoxyd, also durch Zerlegung mittelst kohlensauren Baryts eine kleine Menge *Kali*. Durch besondere Versuche

wiefs ich nochmals die Abwesenheit von Phosphorsäure, Schwefelsäure und Chlor nach. — Bei der quantitativen Analyse wurde das Mineral durch das oben angegebene Gemenge von Soda und Salpeter aufgeschlossen, im Uebrigen ein ähnlicher Gang, wie bei der vorstehenden Analyse eingeschlagen. Das Mineral schmolz mit jenem Gemenge zu einer gelben Masse, welche sich unter Chlorentwicklung mit bräunlichgelber Farbe in Chlorwasserstoffsäure vollständig auflöste. Nach Abscheidung der Kieselerde, welche man, um alles gebildete Chlorblei aufzulösen, stark mit siedendem Wasser aussüfste, wurde das Blei aus der grünen Auflösung durch Schwefelwasserstoffgas gefällt, und das erhaltene Schwefelblei durch rauchende Salpetersäure in schwefelsaures Blei verwandelt. Die erhaltene Kieselerde erschien völlig weifs, und zeigte sich sowohl vor dem Löthrohre, als bei der Behandlung mit einer Auflösung von kohlensaurem Natron vollkommen rein. Es war daher nicht nöthig, dieselbe, wie es bei der Zerlegung des Miloschins geschehen mufste, noch einer weiteren Behandlung zu unterwerfen.

Es scheint demnach zweckmäfsig zu seyn, bei der Aufschliefsung chromhaltiger Mineralien ein Gemenge von gleichen Theilen Salpeter und kohlensauren Natrons anzuwenden, indem man dann des nachmaligen Schmelzens der ausgeschiedenen Kieselerde mit Salpeter überhoben ist. Der Platintiegel scheint bei Anwendung dieses Gemenges kaum merklich angegriffen zu werden, wenn man den Boden und die Seitenwände desselben zuvor mit Soda, die mit etwas Wasser zu einem Brei angerührt worden ist, überzogen hat.

Nach dem Mittel von drei Glühungsversuchen beträgt der Wassergehalt des Wolchonskoits 21,84 Proc. Der Rückstand nach dem Glühen äufserte keine Wirkung auf den Magnet. — Da die von mir bei der ersten Analyse dieses Minerals erhaltenen Resultate bedeutend von denen abwichen, welche Berthier erhalten

[redacted]

hat, so wiederholte ich die Untersuchung noch einmal, bekam aber fast genau wieder dieselben Zahlenwerthe. — Nach dem Mittel beider Analysen besteht der Wolchonskoit aus:

Kieselerde	37,01
Chromoxyd	17,93
Eisenoxyd	10,43
Thonerde	6,47
Talkerde	1,91
Manganoxyd	1,66
Bleioxyd	1,01
Wasser	21,84
Kali	Spur
	98,26.

Bemerkenswerth ist der Bleioxydgehalt dieses Minerals!

Da man in den wenigen Silicaten, in welchen bis jetzt Bleioxyd gefunden wurde, auch kleine Mengen von Zinnoxyd wahrnahm, wie im Kieselgalmey, Chlorit u. s. w., so unterwarf ich auch den Wolchonskoit einer Prüfung hierauf. Es wurde nämlich der durch Schwefelwasserstoffgas erhaltene Niederschlag von Schwefelwasserstoffblei mit Schwefelwasserstoff-Ammoniak digerirt, die Flüssigkeit sodann verdampft und der Rückstand nach dem Glühen mit Soda auf Kohle behandelt. Hierbei gab sich jedoch keine Spur von Zinn zu erkennen, sondern man erhielt nur einige höchst geringe Metalltheilchen, welche unschmelzbar waren, sich in Borax nicht auflösen, und in Spuren von Platin aus dem Platintiegel bestanden.

Berthier hält den Wolchonskoit für ein Gemenge von CrH^3 mit einem wasserhaltigen Silicate von Talkerde und Eisenoxyd. Berzelius (a. a. O. S. 196) glaubt dagegen, dafs das Mineral ohne Zweifel ein Gemenge von wasserhaltigen Silicaten von Talkerde, Eisenoxyd und Chromoxyd sey.

[redacted]

Da in dem Wolchonskoit der Sauerstoff des Chromoxyds, Eisenoxyds und der Thonerde zusammen $\frac{3}{4}$ vom Sauerstoff der Kieselerde beträgt, und der Sauerstoff des Wassers dem der Kieselerde gleich ist, so könnte seine Zusammensetzung vielleicht durch die Formel:

$$\left.\begin{array}{l}\dddot{C}^2\\ \dddot{Al}^2\\ \dddot{F}^2\end{array}\right\}\dddot{S}^4+9\dot{H}$$

ausgedrückt werden, wobei jedoch nicht unbemerkt bleiben darf, dafs diese Sättigungsstufe des Silicats ungewöhnlich, und meines Wissens nur im Porcellanthon von Passau von Forchhammer (s. Ann. Bd. XXXV S. 334) gefunden worden ist.

XVIII. *Ueber den Boulangerit; von C. Rammelsberg.*

In der letzten Zeit ist mehrmals die Untersuchung eines aus Schwefelantimon und Schwefelblei bestehenden und Boulangerit genannten Minerals mitgetheilt worden, welches in seiner Zusammensetzung dem Rothgültigerz analog ist, und nur statt des Silbers Blei enthält, indem 1 At. Schwefelantimon mit 3 At. Schwefelblei zu $\overset{\prime}{Pb}{}^3\overset{\prime\prime\prime}{Sb}$ verbunden ist. Demzufolge bildet diefs Mineral ein Glied jener zahlreichen Klasse von natürlichen Schwefelsalzen des Antimons und Bleis, deren Zusammensetzung folgende Reihe darstellt:

Boulangerit	$\overset{\prime\prime\prime}{Sb}\ \overset{\prime}{Pb}{}^3$
Federerz	$\overset{\prime\prime\prime}{Sb}\ \overset{\prime}{Pb}{}^2$
Plagionit	$\overset{\prime\prime\prime}{Sb}{}^3\overset{\prime}{Pb}{}^4$
Jamesonit	$\overset{\prime\prime\prime}{Sb}{}^2\overset{\prime}{Pb}{}^3$
Zinkenit	$\overset{\prime\prime\prime}{Sb}\ \overset{\prime}{Pb}$.

Zuerst untersuchte Boulanger das Fossil aus der Gegend von Molières im Départ. Gard in Frankreich, ohne jedoch eine genügende mineralogische Charakteristik desselben zu geben [1]). Sodann wurde von Thaulow eine am Nasafjeld in Lappland vorkommende Varietät, welche mit dem Jamesonit viel Aehnlichkeit zeigt [2]), so wie kürzlich von Bromeis eine andere von der Staroserentnischen Grube bei Nertschinsk chemisch untersucht, und ihr mineralogischer Charakter von Hausmann angegeben [3]).

Diese Mineralgattung — denn als solche erweist sie sich durch ihre constante Zusammensetzung — scheint indessen nicht so selten zu seyn, wie man vielleicht glauben möchte, nur ist sie höchst wahrscheinlich oft verkannt worden; sie kommt aufserdem in der Silbergrube Alkavari in Luleå Lappmark vor, und ohne Zweifel gehörte mancher dichte antimonhaltige Bleiglanz, so wie, nach Berzelius's Bemerkung [4]), Breithaupt's Plumbostib und Embrithit, beide von der Grube Algatschinski bei Nertschinsk, hieher. Der Zweck vorliegender Notiz ist der, zu zeigen, dafs dieses Fossil auch in Deutschland vorkommt; ich erhielt es als derben Bournonit von *Ober-Lahr* in der Grafschaft *Sayn-Altenkirchen*.

In den äufseren Eigenschaften finden, wie es scheint, bei den einzelnen Varietäten einige Abweichungen statt. Die von Molières soll krystallinisch seyn, die aus Lappland und Sibirien ist faserig, die von Ober-Lahr zeigt eine Art von blättrigem Gefüge, und, mit der Loupe betrachtet, erscheint sie feinkörnig; alle sind bleigrau von Farbe, von schwachem, seidenartigem, metallischem

1) *Annal. des Mines*, 3. *Ser. VII*, *p.* 575, und diese Annalen, Bd. XXXVI S. 484.

2) Diese Annalen, Bd. XXXXI S. 216.

3) A. a. O. Bd. XXXXVI S. 281.

4) Dessen Jahresbericht, No. XVIII S. 221.

Glanz, und besitzen gröſsere Härte als Bleiglanz. Das specifische Gewicht ist bei dem von

Molières $=5,97$
Nertschinsk $=5,941-5,688$ (bei 16° C.)
Ober-Lahr $=5,813$ (bei 13° C.)

es hat mithin das höchste specifische Gewicht unter den verwandten Fossilien, denn dasselbe ist bei

Jamesonit $=5,50-5,80$
Plagionit $=5,40$
Zinkenit $=5,30-5,35$.

Sein Löthrohrverhalten ist das dieser Fossilien.

In concentrirter Chlorwasserstoffsäure löst es sich beim Kochen vollständig auf.

Zur Uebersicht möge hier eine Zusammenstellung der davon vorhandenen Analysen folgen, von denen die beiden letzten, die Varietät von Ober-Lahr betreffend, in meinem Laboratorium von Hrn. O. Abendroth aus Dresden mit Anwendung der Zerlegunsmethode mittelst Chlorgas auf bekannte Art ausgeführt wurden.

	Nach Boulanger.	Thaulow.	Bromeis.	Abendroth.	
				a.	*b.*
Blei	53,9	55,57	56,288	55,60	54,74
Antimon	25,5	24,60	25,037	25,40	24,50
Schwefel	18,5	18,86	18,215	19,05	18,88
Eisen	1,2	—	—	—	0,59
Kupfer	0,9	—	—	—	—
	100	99,03	99,540	100,95	98,71.

Die der Formel $\dot{\mathrm{Pb}}^{3}\,\dddot{\mathrm{Sb}}$ entsprechende Mischung würde seyn:

Blei	57,780
Antimon	24,125
Schwefel	18,095
	100

Wahrscheinlich ist immer etwas Antimonglanz eingemengt, wie es insbesondere bei dem sibirischen und deutschen zu bemerken ist. Das deutsche Fossil schliefst aufserdem einzelne kleine Quarzkrystalle ein.

XIX. *Delvauxit (Delvauxène), ein neues Mineral.*

Diefs, von Hrn. Delvaux i. J. 1793 zu Berneau bei Visé gefundene Mineral, stellt derbe, spröde, nierenförmige Massen dar, von vollkommen muschligem Bruch, von Harzglanz und schwarzer, röthlich- oder gelblichbrauner Farbe, die beim Pulver noch heller ist. Es ist nur an dünnen Kanten durchscheinend. In Härte zwischen Kalkspath und Gyps. Spec. Gew. =1,85. Erhitzt, giebt es Wasser aus, beim Rothglühen 42 Procent. Vor dem Löthrohr verknistert es und schmilzt zu einer grauen, sehr magnetischen Eisenkugel. In Wasser zerfällt es, mit Salzsäure braufst und gelatinirt es, eine braune Lösung gebend. Nach Hrn. Dumont's Analyse der rothbraunen (No. 1) und braunschwarzen Abart (No. 2) besteht es aus:

	No. 1.	No. 2.
Phosphorsäure	13,60	14,30
Eisenoxyd	29,00	31,60
Wasser	42,20	40,40
Kohlens. Kalk	11,00	9,20
Kieselerde	3,60	4,40
	99,40	99,90

so dafs es, nach Abzug des kohlensauren Kalks und der Kieselerde, ein halb phosphorsaures Eisenoxyd mit 6 At. Wasser seyn würde. (*Phil. Mag. Ser. III Vol. XIV p.* 474.)

XX. *Ueber einen bleihaltigen Arragonit von Tarnowitz in Oberschlesien;* *von Th. Boettger.*

Dieser Arragonit findet sich nur derb, in gröfseren und kleineren Parthieen, die mit derbem Bleiglanz verwachsen sind, und aus mehr oder weniger grofskörnigen Zusammensetzungsstücken bestehen, die selbst wieder aus stänglichen, von einem Punkte aus excentrisch auslaufenden Stücken zusammengesetzt sind. Er ist nicht spaltbar, von Farbe grünlichgrau, die im Allgemeinen licht und in den verschiedenen concentrischen Lagen mehr oder weniger intensiv ist; an den verschiedenen Stellen zeigt er etwas mehr oder weniger Glasglanz, der auf dem unebenen und splittrigen Querbruch in Fettglanz übergeht; an den Kanten ist er stark durchscheinend und sein spec. Gewicht wurde zu 2,977 (bei 11° C.) bis 2,986 (bei 13° C.) gefunden. Bei der zweiten Wägung waren blofs Stückchen von dunkleren Parthieen angewendet worden; es mag jedoch die geringe Differenz im Wägen selbst liegen.

Farbe und Vorkommen dieses Arragonits veranlafsten den Hrn. Prof. G. Rose denselben mir zur chemischen Untersuchung zu geben, die ich in dem Laboratorio des Hrn. Prof. H. Rose vorgenommen habe.

Verhalten vor dem Löthrohre.

1) Kleine Stückchen des Arragonits in einem Glaskölbchen erhitzt, brannten sich mürbe, ohne zu decrepitiren, und färbten sich mit Verlust ihres Glasglanzes graulichweifs. Die Glasröhre beschlug während des Erhitzens mit einer sehr geringen Menge Wassers.

2) Zwischen den Platinspitzen der Pincette mit der

Spitze der blauen Flamme angeblasen, zeigte sich anfangs deutlich eine azurblaue Färbung der äufseren Flamme, welche später mit Röthlich gemengt und endlich rein röthlich erschien. Der geglühte Arragonit reagirte auf Lackmuspapier alkalisch.

3) Auf Kohle für sich im Oxydationsfeuer brennt sich der Arragonit kaustisch (eben so im Reductionsfeuer), leuchtet sehr stark und giebt einen Beschlag von Bleioxyd.

4) Zu Borax und Phosphorsalz verhält sich der Arragonit wie kohlensaure Kalkerde; wird jedoch die gesättigte Boraxperle auf Kohle im Reductionsfeuer behandelt, so entsteht ein geringer Beschlag von Bleioxyd.

5) Gegen Soda verhält sich das Mineral ebenfalls wie kohlensaure Kalkerde, jedoch mit dem Unterschiede, dafs auf Kohle ein geringer Bleioxydbeschlag entsteht.

Quantitative Analyse.

1,4545 Grm. des Arragonits wurden in einem, zuvor sorgfältig ausgetrockneten, Glaskölbchen mäfsig erhitzt, so lange, als sich noch Wasserdämpfe an den Wänden des Kölbchens condensirten; sie verloren dadurch 0,002 Grm. oder 0,137 Proc. an Gewicht, als Decrepitationswasser. Die einzelnen Stückchen waren alsdann ganz undurchsichtig, mürbe und leicht zerreiblich geworden; sie reagirten, auf geröthetem Lackmuspapier mit reinem Wasser befeuchtet, nicht im Mindesten alkalisch.

3,338 Grm. des Arragonits wurden in einem Glaskolben mit etwas Wasser übergossen, nach und nach reine Salpetersäure zugesetzt und von Zeit zu Zeit mäfsig erwärmt, bis die Auflösung erfolgt war. Er löste sich unter Aufbrausen vollständig zu einer wasserhellen Flüssigkeit auf. Die Auflösung wurde mit etwas Wasser verdünnt und hierauf durch Zusatz von Schwefelwasserstoffwasser der ganze Bleigehalt ausgefällt. Die Menge

des Schwefelbleies betrug 0,1215 Grm., welches 4,068 Proc. kohlensauren Bleioxyds im Arragonit entspricht. Das Schwefelblei wurde durch Behandlung mit reiner rauchender Salpetersäure in schwefelsaures Bleioxyd umgewandelt, dessen Menge 0,14725 Grm. betrug, 0,1298 Grm. kohlensauren Bleioxyds entsprechend, was 3,889 Proc. beträgt. Bei Umänderung des Schwefelbleies in schwefelsaures Bleioxyd hatte durchaus kein mechanischer Verlust stattgefunden; es kann daher dem Schwefelblei freier Schwefel beigemengt gewesen seyn, und war allerdings das zur Fällung angewendete Schwefelwasserstoffwasser etwas trübe, so dafs demnach die dem schwefelsauren Bleioxyd entsprechende Quantität von kohlensaurem Bleioxyd als richtiger anzunehmen ist.

Die vom Schwefelblei abfiltrirte Flüssigkeit wurde, nach vollständiger Entfernung des Geruchs nach Schwefelwasserstoff, ammoniakalisch gemacht, und durch Oxalsäure die Kalkerde gefällt; es wurden 3,2025 Grm. oder 95,940 Proc. kohlensaurer Kalkerde erhalten.

Um zu erfahren, ob der Arragonit neben dem kohlensauren Bleioxyde zugleich kohlensaure Strontianerde enthalte, wurde die ganze Menge der erhaltenen kohlensauren Kalkerde in einem Digerirkolben, unter den bekannten Vorsichtsmafsregeln in ein möglichst neutrales salpetersaures Salz umgeändert. Die salpetersaure Auflösung wurde zur dicklichen Consistenz abgeraucht, in einem mäfsig erwärmten Sandbade zur völligen Trockne gebracht, und endlich die trockne salpetersaure Salzmasse vorsichtig mit absolutem Alkohol behandelt. Hierbei blieb nur eine sehr geringe Menge einer pulverförmigen Substanz ungelöst, welche, in einem sehr fein zertheilten Zustande, in der Flüssigkeit suspendirt, erst nach mehreren Tagen sich vollständig absetzte. Hierauf wurde der Rückstand auf ein gewogenes Filtrum gebracht, mit absolutem Alkohol vollständig ausgesüfst und hierbei der Zutritt der Luft so viel als möglich gehindert. Das Fil-

trum wurde mit dem Rückstande sogleich im Wasserbade getrocknet, und das Gewicht des letzteren zu 0,005 Grm. gefunden. Davon wurde ein Theil mit Soda vor dem Löthrohre im Oxydationsfeuer behandelt; die Soda schmolz klar und durchsichtig, und wurde unter der Abkühlung unklar, während in der flüssigen, klar schmelzenden Masse einzelne Theile unaufgelöst vertheilt zurückblieben, welche bei fortdauerndem Blasen leuchtend wurden. Nach Hrn. Plattner's Angabe (Poggend. Annal. Bd. XXXXVI S. 308), hat die Kalkerde diese Eigenschaft, die Strontianerde aber schmilzt mit Soda auf Platinblech vollständig zu einer klaren durchsichtigen Masse. Der übrige Theil des Rückstandes wurde auf dem Filtrum mit sehr wenigem Wasser unter Zusatz eines Tropfens Chlorwasserstoffsäure behandelt; er löste sich unter Brausen vollständig auf. Zu einem Theile dieser Auflösung wurde oxalsaures Ammoniak gesetzt, wodurch sehr bald eine Trübung und ein weifser Niederschlag erfolgte, zu dem übrigen Theile reine klare Gypsauflösung gesetzt, durch welche aber nicht die kleinste Spur eines Niederschlages hervorgebracht wurde. Es mufste demnach ein kleiner Theil der salpetersauren Kalkerde beim Abdampfen seine Salpetersäure verloren und in kohlensaure Kalkerde sich umgeändert haben.

Der Arragonit wurde nach dem Vorhergehenden zusammengesetzt gefunden aus:

		in 100 Theilen
kohlensaurer Kalkerde	3,2025 Grm.	95,940
kohlensaurem Bleioxyd	0,1298 -	3,859
Decrepitationswasser	—	0,157
		99,966.

Um von der Abwesenheit des Strontians noch genügendere Ueberzeugung zu erhalten, wurde der Versuch mehrmals wiederholt, und zwar ein Mal genau so verfahren, wie oben beschrieben, und dabei ebenfalls

ein in Alkohol unlöslicher, sehr geringer Rückstand erhalten; das andere Mal wurde das Abdampfen bis zur völligen Trocknifs im Wasserbade bewerkstelligt. Bei dem letzteren Verfahren löste sich die salpetersaure Salzmasse bis auf einen unwägbaren Rückstand in Alkohol auf. Das eine Mal, wobei vorzugsweise dunkle Parthieen zur Analyse verwendet wurden, ergab sich der Gehalt des Arragonits an kohlensaurem Bleioxyd zu 3,565 Proc., das andere Mal, bei Anwendung der lichteren Parthieen zu 2,564 Proc. — Endlich wurde noch eine Quantität der lichteren Parthieen des Arragonits in möglichst wenig verdünnter Salpetersäure aufgelöst, die Auflösung sogleich zur Trockne abgedampft, die trockne Salzmasse mit absolutem Alkohol behandelt, der Rückstand auf ein gewogenes Filtrum gebracht, getrocknet und gewogen. Hierauf wurde derselbe mit Wasser, unter Zusatz von etwas Salpetersäure, aufgelöst, und zu der Auflösung Schwefelwasserstoffwasser hinzugefügt, das Schwefelblei durch ein gewogenes Filtrum abfiltrirt, das Gewicht desselben bestimmt, und sodann durch rauchende Salpetersäure in schwefelsaures Bleioxyd umgeändert. Das Gewicht des schwefelsauren Bleioxyds entsprach ziemlich genau der gefundenen Menge von salpetersaurem Bleioxyd; als kohlensaures Bleioxyd berechnet, betrug die Menge desselben 2,416 Proc. Die vom Schwefelblei abfiltrirte Flüssigkeit wurde verdampft und hinterliefs keinen wägbaren Rückstand, so dafs also auch auf diese Weise kein Strontiangehalt im Arragonit nachzuweisen war.

Die untersuchte Verbindung von kohlensaurer Kalkerde mit kohlensaurem Bleioxyd hat ganz das Ansehen eines Arragonits; der Mangel an deutlicher Spaltbarkeit und das hohe spec. Gewicht macht sie gleich als einen solchen kenntlich. Sie unterscheidet sich demnach von einer ähnlichen Verbindung von kohlensaurer Kalkerde und kohlensaurem Bleioxyd, die Johnston beschrieben (Poggend. Annal. Bd. XXV S. 312) und mit dem Na-

men Plumbocalcit belegt hat, die aber die Form des Kalkspaths besitzt. Wenn diese Verbindung sehr auffallend war, da man bisher das kohlensaure Bleioxyd noch nicht in der Form des Kalkspaths gekannt hatte, so ist dagegen dieser neue Plumbocalcit ganz mit unseren bisherigen Kenntnissen in Uebereinstimmung, da das reine kohlensaure Bleioxyd nur in der Form des Arragonits bekannt ist, und es könnte nur auffallen, dafs ähnliche Verbindungen bis jetzt noch nicht bekannt gewesen sind, und daher nicht häufig vorzukommen scheinen. Dieser neue Plumbocalcit schliefst sich aber den meisten übrigen Arragoniten an, die, wie Stromeyer gezeigt hat, kleine Mengen von kohlensaurer Strontianerde enthalten, welche hier durch kohlensaures Bleioxyd ersetzt ist.

XXI. *Ueber dem blofsen Auge unsichtbare Kalkthierchen und Kieselthierchen als Hauptbestandtheile der Kreidegebirge; von C. G. Ehrenberg.*

(Aus den Berichten der K. Preufs. Academie.)

Der Verf. theilte 1836 der Academie mit, dafs aus seiner mikroskopischen Untersuchung der Kreide und anderer Kalkarten sich ein charakteristisches, einer Krystallisation, wenn nicht ganz gleiches, doch sehr ähnliches Verhältnifs bei den kleinsten Theilen der Kreide gefunden habe, welche als regelmäfsige elliptische gekörnte Blättchen erschienen. Die weitere Untersuchung des organischen Einflusses auf die Kalkbildung hat noch andere merkwürdige Resultate ergeben. Die Kreide von Puskaresz in Ostpreufsen, von der Insel Rügen, von Møen, von den dänischen Inseln, von Gravesand,

Brighton und Norwich in England, von Irland, von Meudon bei Paris, und von Cattolica und Castrogiovanni bis an die Küste von Girgenti in Sicilien zeigt zwei verschiedene Zustände, einen unorganischen, wohl secundären, welcher sich durch die höchst regelmäfsigen elliptischen gekörnten Blättchen und deren Fragmente oder Anfänge ausspricht, und einen organischen, wahrscheinlich primitiven, welcher aus mikroskopischen Polythalamien besteht. Alles was man von kleinen, dem blofsen Auge nur als Körnchen sichtbaren mikroskopischen Kalkthieren, Nautiliten oder Polythalamien des Meeres-Sandes und der Tertiärbildung seit 100 Jahren von Janus Plancus und Soldani an bis auf die neueste Zeit berichtet hat, wird weit übertroffen durch die zahllosen Mengen viel kleinerer, dem blofsen Auge völlig unsichtbarer Thierchen, welche der Verf. neuerlich als einige jener ganzen Kreidegebirge bildend beobachtet hat. Wenn schon d'Orbigny, Nilsson, Pusch und andere geologische und zoologische verdienstvolle Beobachter von einzelnen gröfseren Formen polythalamischer Nautiliten in der Kreide Frankreichs, Schwedens und der Bukowina seit 1826 berichtet haben, wenn der Verf. selbst früher (1836) der Academie die Existenz von vielen kalkschaligen Polythalamien in den Feuersteinen der Kreide anzeigte, welche wohl auf die Anwesenheit überaus grofser Mengen solcher Körperchen in der Kreide schliefsen liefsen, und wenn er diese in der 1837 gedruckten Tabelle *Rotalites ornatus* (*Lenticulina Lonsdale*) und *Textularia globulosa* (*Discorbis Lonsd.*) als Hauptformen an Polythalamien, *Cypris Faba?* aber (*Cytharina Lonsd.*) als ein Entomostracon der Kreide nannte, wenn ferner Hr. Lonsdale in London neuerlich (1837) bis 1000, mit dem blofsen Auge als weifse Körnchen sichtbare, in 1 Pfund englischer Kreide fand, so sind die Zahlen und Massen, welche die neueste Beobachtungsmethode dem Verf. an, mit blofsem Auge meist ganz un-

sichtbaren Formen ergeben hat, von ihm zwar erwartet, aber bei weitem gröfser. Er bediente sich hierzu einer besonderen Beobachtungsmethode.

Da nämlich der Kalk und die Kreide beim Verdünnen mit Wasser und 300maliger Vergröfserung aufser den gekörnten Blättchen noch gröbere undurchsichtige Theile enthält, die anfangs nur dunkle Pakete von jenen elliptischen Blättchen oder kleine Fragmente gröfserer Organismen zu seyn schienen, so versuchte der Verf. verschiedene, die Durchsichtigkeit verstärkende Oele und Balsame, von deren Wirkung und Anwendbarkeit er schon bei Infusorien Gebrauch gemacht, und in dem Infusorienwerke Meldung gethan hatte, die aber dort weniger vortheilhaft erschienen, indem sie bei vielen Formen die Durchsichtigkeit bis zum Verschwinden aller Schattirungen und Umrisse erhöhten. Ganz ausgezeichnet gelangen diese Experimente aber bei den Kreidethierchen, und ganz besonders schön durch Terpentin, dessen beste Art auch des Geruchs halber die der *Pinus balsamea* ist, welche als *Balsamum canadense* in den Officinen gehalten wird. Die Anwendung desselben auf dünn vertheilte trockne Kreide gab ihm, besonders nach dem Erwärmen, als klares, früher nur undeutliches Resultat, dafs dieselbe eine so überaus grofse Zahl von mikroskopischen, bisher unbekannten Polythalamien oder sogenannten Nautiliten von nur $\frac{1}{24}$ bis $\frac{1}{288}$ Linie Gröfse enthält, dafs oft weit über 1 Million auf jeden Kubikzoll, mithin weit über 10 Millionen auf 1 Pfund Kreide kommen. In der weifsen und gelben Kreide des nördlichen Europa's sind die dem krystallinischen analogen Theile, dem Volumen der Masse nach, den organischen Ueberresten zuweilen gleich oder etwas mehr; allein in der südeuropäischen Kreide sind dieselben Organismen und deren sichtliche Fragmente bei weitem überwiegend, und diese bestehen, wie es scheint, ausschliefslich aus wohl erhaltenen Polythalamien. Wenn aber von Mil-

lionen Polythalamien in jedem Kubikzoll gesprochen wurde, so waren damit nur die wohl erhaltenen gemeint, deren der vierte Theil einer Kubiklinie oder jeder $\frac{1}{12}$ Gran Kreide oft 150 bis 200 zählen läfst, was 600 bis 800 auf jede Kubiklinie, etwa 1800 bis 2400 auf jeden Gran und 1 036 000 bis 1 382 400 auf jeden Kubikzoll ergiebt.

Aufser den polythalamischen Kreidethierchen haben sich in Gravesand bei London auch Kiesel-Infusorien in der Kreide gefunden [1]). Ferner fanden sich in dem, in Paris von Hrn. E. untersuchten Polirschiefer aus Oran in Afrika (tertiärem Mergel nach Rozet) Kreidethierchen, dieselben fand er neuerlich auch im Polirschiefer von Zante, ja es hat sich zuletzt ergeben, dafs aller Kreidemergel Siciliens, welcher Gebirgszüge daselbst bilden hilft, und den Friedrich Hoffmann als sicheres Glied der Kreideformation erkannt hat, aus sehr wohl erhaltenen Kiesel-Infusorien mit Einschlufs mehrerer der charakteristischen Kreidethierchen gebildet ist. Aehnliche Kreide-Infusorien-Mergel oder kalkhaltige Polirschiefer sind vom Verf. in griechischen Mineralien, welche Hr. Fiedler in Dresden mitgebracht hat, in drei Proben derselben erkannt worden, und es hat sich ergeben, dafs viele Kiesel-Infusorien des Kreidemergels von Sicilien, Oran, Zante und Griechenland übereinstimmend dieselben, sonst nirgends beobachteten Arten sind. Endlich hat der Verf. bei Untersuchung des ägyptischen Nummuliten-Kalkes von Cahira und den Pyramiden von Gyzeh, deren Proben er selbst von dort mitgebracht hat, auch in diesem die mikroskopischen Thierchen der süd- und nordeuropäischen Kreide beobachtet. Es scheint, dafs sich hieraus folgende Resultate ergeben:

1) Viele, wahrscheinlich sämmtliche europäische Krei-

1) In den Feuersteinen daselbst sah der Verf. auch deutliche Fischschuppen, zuerst bei Hrn. Bowerbank in London, fand dann aber selbst dergleichen, die er mitgebracht hat.

defelsen, sind *das Product* mikroskopischer, dem blofsen Auge meist ganz unsichtbarer schneckenartiger Corallenthierchen mit Kalkschalen und anderer mit Kieselschalen von $\frac{1}{24}$ bis $\frac{1}{288}$ Linie Gröfse.

2) Die südeuropäischen und nordeuropäischen Kreidegebirge enthalten unter ihren Bestandtheilen viele ganz gleichartige Kalkthierchen, deren am meisten durchgreifende, allen gemeinsame Formen *Textularia globulosa*, *Text. aciculata* und *Rotalia globulosa* sind. — *Rotalia ornata*, *Globigerina bulloides d'Orbigny*, *Planulina turgida* und *sicula*, *Rosalina globularis*, *Textularia aspera*, *brevis*, *dilatata* und *italica*, sammt *Escharella scutellaris* (*Eschara scutellaris Soldani*) sind die übrigen *charakteristischen* Formen der Kreide, wozu noch einige von d'Orbigny, Nilsson und Pusch aufgeführte Arten und die *Spirulina* des Lord Northampton kommen.

3) Die gewöhnlich für Tertiärgebilde gehaltenen kreideartigen Umgebungen des Mittelmeeres, in Sicilien, der Berberei und Griechenland gehören, den Organismen nach, also doch wohl der Kreide oder Secundärbildung wirklich an, dazu gehört auch der Nummuliten-Kalk von Aegypten.

4) Die südeuropäischen Kreidelager um das Bekken des Mittelmeeres unterscheiden sich von den nord- und osteuropäischen durch besser erhaltene Kreidethierchen und weniger zahlreiche elliptische Blättchen, umgekehrt die ost- und nordeuropäischen von jenen.

5) Die südeuropäischen Kreidelager enthalten wenig oder gar keine Feuersteine, die nordeuropäischen deren viele in sehr regelmäfsigen horizontalen, oft nur 1 bis 6 Fufs von einander entfernten Schichten. Dieser Charakter war schon aufgefafst; neu aber und erläuternd scheint die Beobachtung zu seyn, dafs sich in den nordeuropäischen Kreidelagern, auch des Verf. directen Untersuchungen nach, bisher keine jener Infusorien-Mergel

[redacted]

gefunden, welche in mit der Kreide abwechselnden Schichten überaus zahlreich und mächtig in Sicilien, Oran und Griechenland erscheinen. Eine Vergleichung der südlichen Infusorien-Mergel und der nördlichen Feuersteinschichten liegt sehr nahe und ist sehr ansprechend. So scheint denn in diesem Wechselverhältnifs wohl die Feuersteinbildung zu ihrer völligen Erklärung zu gelangen. Es könnte aus der Umbildung der Infusorien-Mergelschichten in Feuersteinlager und aus der gröfseren Zersetzung der Kalkthiere in unorganische Blättchen ein gröfseres Alter der nördlichen Kreidelager erhellen, doch könnten auch Localverhältnisse zu gleichen Epochen anders wirken, wie diefs aus anderen Gründen (den gleichen Kreidethierchen und anderen) wahrscheinlicher ist.

6) Der vom Verf. bisher bemerkte Mangel an zahlreichen verschiedenen Formen von Kiesel-Infusorien in der Kreide zur Bildung der Feuersteine ist verschwunden und an seine Stelle ein grofser Reichthum getreten.

Im Ganzen hat der Verf. 71 verschiedene mikroskopische kalkschalige und kieselschalige Thierarten in der Kreide beobachtet, überdiefs aber noch zahlreiche gröfsere (über $\frac{1}{12}$ Linien grofse) Kalkthiere und auch viele nur eingeschlossene Pflanzen, Tethyen, Spongien, Confervoiden und Fucoiden. Als die Hauptmasse der Kreide aller Orten bildend erschienen ihm die zahlreichen Formen der Gattungen *Rotalia* und *Textularia* der Polythalamien; er zählt aber im Ganzen 7 Gattungen mit 22 Arten von polythalamischen mikroskopischen Kalkthieren, und überdiefs noch mikroskopische und gröfsere Nummuliten, Cypriden u. s. w. Ferner beobachtete er bisher 40 Arten von Kiesel-Infusorien, die 14 Generibus angehören (ungerechnet die wahrscheinlich weichen, in Feuerstein nur eingeschlossenen, schon früher erwähnten 8 Formen), auch zählt er 5 Arten kieselerdehaltiger Pflanzen. In den Feuersteinen des Jurakalkes von Krakau fand er wohl erhaltene eigenthümli-

che Polythalamien und Reste von Spongien oder Tethyen, und neuerlich auch Polythalamien der Kreide in dem bei Cambridge in England unter der Kreide liegenden Gault (Thon)- Feuersteinen.

Eine diese Verhältnisse übersichtlich machende Tabelle über die in 14 Localitäten von ihm beobachteten Thiere der Kreide und Kreidemergel, so wie die Proben der Gesteine sammt einer Sammlung wohl erhaltener mikroskopischer Präparate, die verschiedenen Arten der Thierchen fast in vollständiger Reihe enthaltend, wurden der Academie vorgelegt.

Hieran schlofs Hr. E. *eine vorläufige Uebersicht seiner Untersuchung der Schnecken-Corallen oder Polythalamien als Thiere*, hinsichtlich deren Resultate, als rein zoologischer Natur, wir aber auf die Berichte der K. Academie verweisen müssen.

XXII. *Nickel- und Kobalt-Amalgam.*

Zur Darstellung dieser Amalgame läfst Hr. Damour eine saure und mit Ammoniakflüssigkeit übersättigte Lösung von Nickel- oder Kobaltchlorid in luftleerem Wasser über Stücke von Zinkamalgam (direct bereitet aus 6 Th. Quecksilber und 1 Th. Zink) stehen, so lange noch Gasblasen entweichen, giefst nach einigen Tagen die Flüssigkeit ab, und ersetzt sie durch neue Portionen jener Lösungen, bis alle Gasentwicklung vollständig aufgehört hat. Endlich pülvert er das Amalgam und entzieht ihm durch Kochen mit verdünnter Schwefelsäure (das jedoch nicht zu lange fortgesetzt werden darf) alles Zink. Beide Amalgame zersetzen sich an der Luft. Das des Nickels ist magnetisch. — Chrom-, Uran-, Mangan- und Eisenlösung werden auch vom Zinkamalgam zersetzt, ohne aber Amalgame zu liefern. (*Ann. de Min. Ser. III T. XV p.* 47.)

XXIII. *Ueber das Carbylsulphat und die Aethionsäure; von Gustav Magnus.*

Schon vor einiger Zeit habe ich zwei Säuren beschrieben, die durch die Einwirkung von wasserfreier Schwefelsäure auf absoluten Alkohol oder Aether entstehen; nämlich die Aethionsäure und die Isäthionsäure. Von diesen ist die letztere von Mehreren dargestellt und bestätigt worden. Diefs war aber nicht der Fall mit der Aethionsäure, deren Existenz sogar von Hrn. Liebig [1]) bestritten worden ist. Ich habe deshalb diese Säure einer neuen Untersuchung unterworfen, die mich auf einige neue Thatsachen geführt hat, welche ich hier mittheilen werde.

Carbylsulphat.

Wenn wasserfreie Schwefelsäure von absolutem Alkohol absorbirt wird, so bilden sich unter geeigneten Umständen in dem Alkohol weifse seidenartige, zuweilen ganz vollständig ausgebildete Krystalle, die ein schwefelsaurer Kohlenwasserstoff sind. Um dieselben zu erhalten, wurde feste wasserfreie Schwefelsäure durch Erhitzen von Nordhäuser Vitriolöl dargestellt und in einem durch Eis kalt erhaltenen Glasgefäfse aufgefangen. Diefs Gefäfs wurde alsdann durch einen Glasstöpsel verschlossen und in dasselbe eine kleine Glasröhre mit absolutem Alkohol gestellt, die etwa 0,5 Zoll weit und fast so lang als das Glasgefäfs hoch war. Sehr selten wurden alsdann sogleich Krystalle erhalten, sondern die Röhre mufste in ein zweites, mit neuer wasserfreier Schwefelsäure gefülltes, und zuweilen noch in ein drittes Gefäfs der Art gestellt werden. Denn die Schwe-

1) Liebig's Annalen der Pharmacie, Bd. XIII S. 35.

felsäure in den Glasgefäfsen absorbirt gleichfalls Alkohol und dadurch hört die Absorption der Säure durch den in der Röhre enthaltenen Alkohol auf. Diese Bildung der Krystalle geht ohne Entwicklung von schweflichter Säure vor sich.

Gleichzeitig finden sich alsdann auch in den mit den Glasstöpseln verschlossenen Gefäfsen dieselben Krystalle, indem, wie schon bemerkt, die Schwefelsäure sowohl den Alkohol aus der Röhre absorbirt, als dieser die Schwefelsäure. Allein diese Krystalle sind stets gemischt mit wasserfreier Schwefelsäure, von der sie weder zu trennen noch zu unterscheiden sind. Da ich früher niemals die Bildung dieser Krystalle im Alkohol beobachtet hatte, sondern nur die mit wasserfreier Schwefelsäure gemischten Krystalle kannte, so hielt ich dieselben für diese letztere Säure [1]).

Die Krystalle, welche sich in den mit Alkohol gefüllten Röhren bilden, sind zwar gleichfalls von rauchender Schwefelsäure umgeben; allein es ist mir gelungen dieselben zu isoliren. Giefst man die Flüssigkeit, welche sich zwischen den Krystallen in den Röhren befindet, von diesen ab, so rauchen die Krystalle sehr stark an der Luft durch die noch an ihnen haftende rauchende Schwefelsäure. Sie ziehen alsdann sehr begierig Feuchtigkeit an und zerfliefsen. Ich brachte sie deshalb schnell auf eine etwas erwärmte Platte von gebranntem Thon, und mit dieser unter die Glocke der Luftpumpe, unter der sich zugleich engliches Vitriolöl befand. Diefs hinderte den Zutritt von Feuchtigkeit und absorbirte zugleich die wasserfreie Schwefelsäure. Die wasserhaltende Schwefelsäure aber, und die etwa gebildete Schwefelwein-, Aethion-, oder Isäthion-Säure, die sich auf den Krystallen befanden, zogen sich in die Thonplatten. Die Krystalle blieben so lange unter der Glocke der Luftpumpe, bis sie durchaus nicht mehr rauchten, wozu oft

1) Diese Annalen, Bd. XXVII S. 379.

mehrere Tage und ein wiederholtes Ausbreiten derselben auf erneuten Platten nöthig waren. Bisweilen aber zerflossen sie, trotz aller angewandten Vorsicht, durch die Feuchtigkeit, welche die Thonplatten absorbirt hatten. Sobald sie vollständig trocken waren, rauchten sie nicht mehr, und zogen das Wasser aus der Luft viel langsamer an. Sie wurden alsdann in eine Glasröhre eingeschmolzen.

Als Aether statt des absoluten Alkohols zur Absorption der wasserfreien Schwefelsäure angewendet wurde, konnte ich keine Krystalle erhalten, doch wäre es dennoch möglich, dafs dieselben sich unter geeigneteren, mir freilich unbekannten, Umständen bilden. Uebrigens fand ich bei diesen Versuchen vollkommen bestätigt, was ich in meiner ersten Bekanntmachung der Aethionsäure schon anführte, dafs bei der Absorption von wasserfreier Schwefelsäure und Aether sich stets schweres Weinöl bildet, während diefs bei der Absorption von absolutem Alkohol niemals entsteht. Es möchte diefs vielleicht einer der vorzüglichsten Beweise dafür seyn, dafs es unrichtig ist, den Alkohol als ein Hydrat des Aethers zu betrachten, da, wenn er ein solches wäre, die Schwefelsäure ihm zunächst das Hydratwasser entziehen und sodann ganz so auf ihn einwirken würde, wie sie auf Aether einwirkt, was offenbar nicht der Fall ist.

Um die erwähnten Krystalle zu analysiren, darf man sie nicht in einem Tiegel abwägen, weil sie während des Wägens zu viel Feuchtigkeit anziehen: sie wurden deshalb mit der Glasröhre, in der sie eingeschmolzen waren, gewogen, dann die Glasröhre abgeschnitten, die Krystalle ausgeschüttet und die Röhre rasch wieder gewogen. Bei der Verbrennung mit Kupferoxyd erhielt ich:

Kohlenstoff.	Wasserstoff.
12,38 Proc.	2,569 Proc.
12,91 -	2,796 -
13,46 -	2,957 -
12,78 -	2,449 -
Im Mittel 12,88	2,692.

Beim Erhitzen der Krystalle mit einem Gemenge von Salpeter und kohlensaurem Kali lieferten sie 85,907 Proc. Schwefelsäure.

Bei den unvollkommenen Mitteln zur Reinigung der Krystalle und der grofsen Neigung derselben, Wasser aus der Luft anzuziehen, läfst sich keine grofse Uebereinstimmung in den Analysen erwarten, doch geben dieselben nahe genug die Zusammensetzung:

$$\dddot{S} = 84,930$$
$$C = 12,955$$
$$H = 2,115.$$

Es sind also diese Krystalle schwefelsaurer Kohlenwasserstoff. Da dieser Körper sich auch bildet, wenn wasserfreie Schwefelsäure und ölbildendes Gas zusammenkommen (vergl. S. 523), so ist es zweifelhaft, ob der Kohlenwasserstoff in demselben als $4C+4H$, d. i. als Aetherin, zu betrachten sey, oder als $2C+2H$, ölbildendes Gas, für das Hr. Berzelius den Namen Elayl [1]) gebraucht, oder als $C+H$, und es möchte sich diefs auch wohl schwerlich gegenwärtig entscheiden lassen. Ich wage deshalb diesen Körper weder Aetherinsulphat noch Eläylsulphat zu nennen, und da alle Wörter, die in Zusammensetzungen benutzt werden können, und Kohlenwasserstoff bedeuten, eine von den erwähnten Atomenzahlen ganz bestimmt bezeichnen, so möchte ich vorschlagen den untersuchten Krystallen den Namen *Carbylsulphat* zu geben, worin *Carbyl* Kohlenwasserstoff be-

1) Berzelius, Lehrbuch der Chemie, dritte Auflage, VIII, S. 300.

bedeutet, und aus Carbo und Hydrogenium gebildet ist [1]). Der Name ist in sofern unpassend, als er andeutet, dafs dieser Körper ein Salz sey, während er wohl schwerlich als ein solches betrachtet werden kann. Aber dieser Name ist andererseits bezeichnend, da er die Zusammensetzung der Substanz zu erkennen giebt.

Vorsichtig erwärmt, lassen die Krystalle sich schmelzen ohne sich zu zersetzen, beim Erkalten erstarren sie wieder zu einer krystallinischen Masse. Mit Wasser und Alkohol verbinden sie sich unter Erwärmung, und lassen sich durch Abdampfen nicht wieder davon trennen; ähnlich verhalten sie sich gegen Aether. Die wäfsrige Auflösung giebt, mit Baryt gesättigt, auflösliche Salze, aufserdem aber auch stets etwas schwefelsauren Baryt, selbst wenn man die Krystalle das Wasser ganz langsam absorbiren läfst. Ich glaubte deshalb, dafs eine Ausscheidung der Schwefelsäure durch Aufnahme von Wasser stattfände; allein die Quantitäten von Schwefelsäure, die man erhält, sind so verschieden, dafs sie nur von einer zufälligen Zersetzung beim Auflösen der Krystalle in Wasser herrühren können. So erhielt ich in verschiedenen Versuchen:

22,43, 17,60, 15,62, 14,50, 12,99 Schwefelsäure.

Die auflöslichen Barytsalze sind äthionsaurer Baryt, verunreinigt mit etwas isäthionsaurem Baryt, und es scheint, dafs die Schwefelsäure nur von der Zersetzung der Aethionsäure in Isäthionsäure herrührt.

1) *Carbyd* würde die Zusammensetzung noch mehr bezeichnen als *Carbyl*, indefs klingt das Letztere in seinen Zusammensetzungen besser, und ferner scheint es wünschenswerth, wie Hr. Berzelius in seiner Abhandlung »über einige Fragen des Tages in der organischen Chemie« in diesem Bande, S. 302, bemerkt, dafs die Endung *yl* gebraucht werde für organische Körper, die aus Kohlenstoff und Wasserstoff bestehen.

Aethionsäure.

Diese wurde aus dem Barytsalze dargestellt.

Aethionsaurer Baryt wurde theils aus den oben beschriebenen Krystallen (dem Carbylsulphat), theils aus dem ganzen Inhalte des Glases erhalten, in welchem die Absorption der wasserfreien Schwefelsäure und des absoluten Alkohols stattgefunden hatte. Dieser Inhalt wurde nämlich erst mit absolutem Alkohol und sodann mit Wasser gemischt, und mit kohlensaurem Baryt gesättigt. Die auflöslichen Barytsalze wurden hierauf bei einer Temperatur, die niemals 100° C. erreichte, abgedampft, bis sich das Salz auszuscheiden anfing und alsdann durch absoluten Alkohol gefällt, welcher so lange zugesetzt wurde, bis die Flüssigkeit ein spec. Gew. von 0,9 hatte. Man darf sie nicht mit mehr Alkohol versetzen, weil sonst zu viel isäthionsaurer Baryt mit niederfällt, und man thut gut, zu dieser Fällung absoluten Alkohol anzuwenden, weil man sonst zu viel Flüssigkeit erhält, in der immer noch etwas äthionsaurer Baryt aufgelöst bleibt. Der erhaltene sehr lockere Niederschlag wird mit Alkohol von 65 Proc. ausgewaschen.

In so weit ist das Verfahren ganz so, wie ich es in meiner ersten Bekanntmachung beschrieben habe; allein wiewohl der so erhaltene äthionsaure Baryt schon alle seine charakteristischen Eigenschaften zeigt, und durchaus verschieden ist vom isäthionsauren und schwefelweinsauren Baryt, so ist er doch nicht rein, sondern mufs von Neuem aufgelöst und auf dieselbe Weise mit Alkohol gefällt werden; und diese Operation mufs mehrere Male wiederholt werden, um ihn von den erwähnten Salzen vollständig zu befreien.

Aber wenn diese auch gänzlich fortgeschaft sind, so ist es doch sehr schwierig diefs Salz rein genug zu erhalten, um es analysiren zu können. Dasselbe wird nämlich, gerade wenn es von anderen Salzen frei ist, von dem Alkohol in einem so porösen Zustande gefällt, dafs

es stets beim Trocknen Alkohol in den Poren absorbirt zurückhält; ob dieser, während das Salz getrocknet wird, sich verändert und eine weniger flüchtige Säure bildet, oder ob er unverändert so fest zurückgehalten wird, wage ich nicht zu entscheiden; allein selbst durch Schwefelsäure im luftleeren Raume ist man nicht im Stande ihn ganz zu entfernen. Besser gelingt diefs durch wiederholtes Auflösen des Salzes in Wasser und Abdampfen bei niedriger Temperatur, indefs zersetzt es sich hierbei sehr leicht. Daher finden sich bei den verschiedenen Analysen, die ich von diesem Salze gemacht habe, stets noch kleine Abweichungen, besonders in der Menge des Kohlenstoffs und Wasserstoffs, deren ersterer stets etwas zu grofs ausgefallen ist.

Aus diesen Analysen hat sich folgende Zusammensetzung des äthionsauren Baryts ergeben:

Schwefelsaurer Baryt	=66,48	$=2\dot{Ba}\dddot{S}$
Schwefelsäure	=22,85	$=2\dddot{S}$
Kohlenstoff	= 6,97	$=4C$
Wasserstoff	= 1,42	$=5\bar{H}$
Sauerstoff	= 2,28	$=O$
	100,00.	

Das trockne Salz verliert im luftleeren Raume nichts von seinem Gewichte und wird auch nicht zersetzt. In einer Temperatur aber von 100° C. zersetzt es sich auch ohne Anwendung des luftleeren Raumes. Einer höheren Temperatur ausgesetzt, entwickelt dasselbe Schwefelsäure und eine eigenthümlich riechende empyreumatische Substanz, und wird schwarz von ausgeschiedener Kohle, durch die in der Glühhitze ein Theil des zurückbleibenden schwefelsauren Baryts zu Schwefelbarium reducirt wird. Bei dem Erhitzen in einer Glasröhre schlägt sich in dem oberen kälteren Theil derselben auch etwas sublimirter Schwefel nieder. Ganz ähnlich sind die Zersetzungserscheinungen, wenn man das Salz zuvor mit

Schwefelsäure befeuchtet; erst nachdem die überschüssig zugesetzte Schwefelsäure vollständig verdampft ist, reducirt die zurückgebliebene Kohle den schwefelsauren Baryt, so dafs man diesen nach dem Glühen noch einmal mit Schwefelsäure befeuchten mufs, um das entstandene Schwefelbarium gleichfalls in schwefelsauren Baryt zu verwandeln.

Der äthionsaure Baryt ist in etwa 10 Theilen Wassers von 20° C. auflöslich. Zur ersten Lösung desselben bedarf es indefs einer etwas gröfseren Menge Wassers, was von dem mechanischen Zustande, den das Salz beim Fällen annimmt, abzuhängen scheint. Dampft man dasselbe aber vorsichtig ein, so bleibt es in der oben erwähnten Quantität von Wasser bei der erwähnten Temperatur aufgelöst. Die verdünnte Auflösung dieses Salzes kann bis zum Kochen erhitzt werden, ohne sich zu zersetzen, wenn dieselbe aber concentrirt ist, so zersetzt sie sich nicht nur beim Kochen, sondern schon beim blofsen Abdampfen, wahrscheinlich indem ein Theil an dem Rande des Gefäfses stärker erhitzt wird.

Aethionsaures Kali; aus dem gereinigten Barytsalze durch schwefelsaures Kali dargestellt; krystallisirt sehr leicht. Unter der Luftpumpe über Schwefelsäure verliert es nichts an Gewicht. Eben so wenig giebt es Wasser beim Erwärmen, bevor es sich zersetzt. Es enthält also kein Krystallwasser. Einer höheren Temperatur ausgesetzt, bläht sich das Salz sehr stark auf und wird schwarz. Beim Erhitzen in einer Glasröhre sublimirt Schwefel.

Wegen des starken Aufblähens ist es unmöglich, durch blofses Erhitzen das schwefelsaure Kali in diesem Salze zu bestimmen. Noch weniger ist diefs möglich, wenn man es vor dem Erhitzen mit Schwefelsäure befeuchtet, weil alsdann ein noch viel stärkeres Aufblähen der Mas[illegible]det. Es wurde deshalb das Salz mit weniger [illegible] Salpetersäure befeuchtet und erhitzt,

ı sich keine Dämpfe von salpetriger Säure mehr zeig-
ı, darauf wurde es von Neuem mit Salpetersäure be-
ıchtet und erhitzt, und diese Operation so lange wie-
rholt, bis das Salz vollständig zersetzt war. Alsdann
ferte dasselbe 59,70 Proc. schwefelsaures Kali. Mit
ıpferoxyd verbrannt, gab es;

8,4395	Kohlenstoff	und	1,4057	Wasserstoff
8,422	-	-	1,9671	-
8,492	-	-	1,7875	-
8,453	-	-	1,744	-

ıraus geht hervor, dafs dasselbe besteht aus:

$$2\dot{K}\dddot{S} = 59{,}742 \text{ Proc.}$$
$$2\dddot{S} = 27{,}442 \text{ -}$$
$$4C = 8{,}370 \text{ -}$$
$$5\bar{H} = 1{,}708 \text{ -}$$
$$O = 2{,}738 \text{ -}$$
$$\overline{100{,}000.}$$

Zwar ist der Kohlenstoff bei allen Analysen um 0,1
oc. höher ausgefallen, als er der Rechnung nach seyn
lte; allein es ist diefs doch die einzige Zusammen-
zung, welche sich aus den gefundenen Resultaten her-
ten läfst. Später habe ich mich überzeugt, dafs sich
weilen bei der Verbrennung dieser Salze mit Kupfer-
yd eine sehr geringe Menge schweflichter Säure ent-
ckelt; diese kann möglicherweise die Veranlassung zu
sen Abweichungen seyn.

Da das Salz, wie oben bemerkt, kein Krystallwas-
enthält, so ergiebt sich aus demselben die Zusam-
nsetzung der Aethionsäure $4\dddot{S}+4C+5\bar{H}+O$. Es
det sich dieselbe folglich aus dem Carbylsulphat, in-
n $4(\dddot{S}+C+\bar{H})$ noch $\dot{\bar{H}}$ aufnehmen.

Aethi[illegible] *Natron* aus dem gereinigten äthion-
ren [illegible] schwefelsaures Natron dargestellt,
[illegible] in sehr schönen Krystallen. Un-

ter der Luftpumpe über Schwefelsäure verlieren dieselben nichts an Gewicht. Eben so kann man sie bis zu 150° C. erhitzen, ohne dafs ihr Gewicht sich vermindert. Bei dieser Hitze aber fangen sie an zu schmelzen, und zersetzen sich. Es enthält also auch dieses Salz kein Krystallwasser. Für sich erhitzt, verhält es sich wie das Kalisalz, es bläht sich auf und wird schwarz, und bei dem Erhitzen in einer Glasröhre sublimirt Schwefel.

Mit Salpetersäure auf dieselbe Weise wie das Kalisalz behandelt, lieferte es 52,23 und 51,91, im Mittel 52,07 schwefelsaures Natron. Mit Kupferoxyd verbrannt, gab es:

9,189	Kohlenstoff	und	2,170	Wasserstoff
9,146	-	-	2,271	-

Hieraus geht hervor, dafs dasselbe besteht aus:

$$2\dot{Na}\dddot{S}=52,989$$
$$2\dddot{S}=29,767$$
$$4C=9,080$$
$$6H=2,224$$
$$2O=5,940.$$

Aus der Zusammensetzung dieses Salzes würde folgen, dafs die Aethionsäure aus dem Carbylsulphat durch Aufnahme von $2\dot{H}$ entstände, und dafs die Formel für dieselbe $4\dddot{S}+4C+6H+2O$ sey. Offenbar aber ist die aus dem Kalisalze hergeleitete, nämlich $4\dddot{S}+4C+5H+O$ die richtige, es sey denn, dafs sich bei einer fortgesetzten Untersuchung der Salze noch eins fände, das noch weniger Sauerstoff enthielte, als das Kali und das Barytsalz.

Bei dieser Gelegenheit kann ich die Bemerkung nicht unterdrücken, dafs man bei organischen Verbindungen nicht alles Wasser als wesentlich zur Zusammensetzung derselben betrachten dürfe, das sich nicht durch unsere gewöhnlichen Mittel trennen läfst, ohne dafs die Substanz sich zersetzt.

Aethionsaures Ammoniak. Krystallisirt sehr leicht und vollständig.

Aethionsaurer Kalk und *äthionsaures Bleioxyd* krystallisiren nicht und verhalten sich ähnlich wie äthionsaurer Baryt.

Aethionsaures Kupferoxyd krystallisirt schwierig.

Die *Aethionsäure* in ihrem isolirten Zustande läfst sich nicht abdampfen, selbst nicht im luftleeren Raume über Schwefelsäure, ohne sich zu zersetzen. Erhitzt bis zu 100° C. zersetzt sie sich, selbst wenn sie höchst verdünnt ist, in *Isäthionsäure* und *Schwefelsäure*. Aus

$4\dddot{S}+4C+5H+O$ = Aethionsäure wird:

$2\dddot{S}+4C+5H+O$ = Isäthionsäure und $2\dddot{S}+Aq$.

Diese leichte Zersetzbarkeit der Aethionsäure, deren ich auch schon in meiner ersten Bekanntmachung erwähnte, macht es nöthig, jede Temperaturerhöhung dieser Säure bei ihrer Darstellung zu vermeiden, und die Nichtbeachtung dieses Umstandes ist offenbar der Grund, warum Hr. Liebig dieselbe nicht erhalten hat.

Die Formeln für das Carbylsulphat, die Aethion- und Isäthionsäure sind hier so hingestellt, als ob dieselben aus Schwefelsäure und Carbyl beständen, weil sich auf diese Weise die Entstehung dieser verschiedenen Substanzen aus einander am leichtesten übersehen läfst. Ich bin aber deshalb keinesweges der Ansicht, dafs diese Körper in der That Verbindungen von *Schwefelsäure* mit organischen Substanzen sind, wiewohl ich mich andererseits mit der Ansicht, dafs dieselben aus *Unterschwefelsäure* und einem oxydirten organischen Körper bestehen, um so weniger befreunden kann, als dadurch die Uebergänge dieser verschiedenen Substanzen in einander ungleich complicirter zu erklären werden.

Indefs habe ich das äthionsaure Kali mit einem Ueberschufs von kaustischem Kali gemengt und erhitzt, und gefunden, dafs dasselbe eben so, wie es Hr. Liebig

beim isäthionsauren Kali beobachtet hat, in Wasser aufgelöst und mit Chlorwasserstoffsäure versetzt, schweflichte Säure entwickelt. Aus diesem Verhalten folgert Hr. Liebig für die Isäthionsäure, dafs sie eine Verbindung von Unterschwefelsäure, verbunden mit einer höheren Oxydationsstufe des Aethyloxyds $4C + 5H + 2O$ sey. Ich habe, um hierüber etwas mehr Gewifsheit zu erhalten, die Quantität des bei diesem Versuche sich bildenden schwefelsauren Kalis sowohl beim äthionsauren als auch beim isäthionsauren Kali zu bestimmen gesucht. Es hängt dieselbe ganz von der Temperatur ab, die man bei dem Erhitzen anwendet. Wird diese nur so hoch, dafs die Masse, nachdem sie aufgehört hat sich aufzublähen, nur zusammensintert, so ist die Quantität der Schwefelsäure, welche sie enthält, etwa so grofs als die, welche nöthig ist, um das im äthionsauren Kali enthaltene Kali zu sättigen. Erhitzt man die Masse hingegen stärker, so schwärzt sie sich und schmilzt nachher. Sie enthält alsdann eine Quantität Schwefelsäure, die fast so grofs ist als die, welche man erhält, wenn aller in dem Salze enthaltene Schwefel zu Schwefelsäure oxydirt wird. So erhielt ich durch Erhitzen des isäthionsauren Kalis mit kaustischem Kali bis zum Zusammensintern 27,972 Proc. Schwefelsäure; als aber andere Quantitäten bis zum Schmelzen in einem Silbertiegel erhitzt wurden, lieferten sie 45,76 und 46,743 Proc. Wäre aller Schwefel zu Schwefelsäure oxydirt, so würde man haben 48,70 Proc. Schwefelsäure erhalten müssen. Aethionsaures Kali mit kaustischem Kali bis zum Zusammensintern erhitzt, lieferte 32,347 Proc. Schwefelsäure. Andere Quantitäten dieses Salzes bis zum Schmelzen erhitzt, lieferten 53,79 und 52,90 Proc. Wäre aller Schwefel im äthionsauren Kali zu Schwefelsäure oxydirt, so hätte man 54,884 Proc. Schwefelsäure erhalten müssen.

Die gröfsere Menge von Schwefelsäure, die man

durch das stärkere Erhitzen erhält, scheint im ersten Augenblick dadurch zu entstehen, dafs das gebildete schwefligsaure Kali durch Glühen in schwefelsaures Kali und Schwefelkalium zerfällt. Allein wäre diefs der Fall, so könnte die Menge der Schwefelsäure niemals so hoch ausfallen, als sie bei den eben erwähnten Versuchen ausgefallen ist, denn man könnte alsdann aus dem isäthionsauren Kali nur 40,58 Proc. Schwefelsäure erhalten, während die eben erwähnten Versuche 46,7 Proc. gaben; und aus dem äthionsauren Kali könnte man nur 45,73 Proc. Schwefelsäure erhalten, während die eben erwähnten Versuche 52,9 Proc. gaben.

Es geht hieraus hervor, dafs die Schwefelsäure, welche aus der schweflichten Säure beim stärkeren Erhitzen der Masse entsteht, nicht durch Zersetzung des schwefligsauren Kalis in schwefelsaures Kali und Schwefelkalium allein erzeugt seyn kann, wiewohl auch diese Zersetzung stattfindet, denn man erhält jedesmal etwas Schwefelkalium. Es mufs folglich ein Theil der Schwefelsäure durch Oxydation der schwefligen Säure auf Kosten der organischen Substanz gebildet werden. Und deshalb scheinen mir diese Versuche zu zeigen, dafs bei einer gewissen Temperatur und bei der Gegenwart von Kali, diese Säuren in schwefligsaures Kali und eine oxydirte organische Substanz zerfallen, während sie bei höherer Temperatur in schwefelsaures Kali und eine desoxydirte organische Substanz sich zerlegen.

Allein wenn solche Verschiedenheiten in der Zersetzung bei verschiedenen Temperaturen eintreten, so glaube ich nicht, dafs man aus denselben einen Schlufs auf die Zusammensetzung dieser Säuren bei gewöhnlicher Temperatur ziehen, und sie aus Unterschwefelsäure und einer oxydirten organischen Substanz bestehend betrachten dürfe. So viel geht nur aus diesen Versuchen hervor, dafs die Aethionsäure wie die Isäthionsäure zu der

zweiten, in dieser Beziehung von Hrn. Berzelius aufgestellten Klasse von Säuren gehören [1]), d. h. dafs sie nicht betrachtet werden können als saure Salze der in ihnen enthaltenen organischen Substanz.

Hr. Regnault [2]) hat vor einiger Zeit einen weifsen krystallinischen Körper beschrieben, der entsteht, wenn wasserfreie Schwefelsäure und trocknes ölbildendes Gas zusammentreten. Als er denselben in Wasser löste und mit Baryt sättigte, bildete sich isäthionsaurer Baryt. Hr. Regnault fand dabei, dafs die vermeintliche Isäthionsäure sich aufserordentlich leicht zersetze und sich dadurch von der von mir früher beschriebenen Isäthionsäure unterscheide, die durch anhaltendes Kochen nicht zersetzt wird. Er ist der Ansicht, dafs diese Säuren sich ähnlich zu einander verhalten wie das wasserfreie und gewöhnliche schwefelsaure Ammoniak. Hr. Woskresenski [3]) hat in dem Laboratorio des Hrn. Liebig eine besondere Untersuchung über dieses abweichende Verhalten der Isäthionsäure angestellt; allein nur die von Herrn Regnault erhaltenen Resultate bestätigt. Der Grund dieser Erscheinung aber ist, wie ich mich vielfach überzeugt habe, dafs beim vorsichtigen Auflösen dieses krystallinischen Körpers nicht *Isäthionsäure*, sondern *Aethionsäure* entsteht, die, wenn sie mit kohlensaurem Baryt gesättigt und mit den oben beim äthionsauren Baryt angegebenen Vorsichtsmafsregeln abgedampft wird, fast reinen äthionsauren Baryt liefert. Ohne Zweifel hat Hr. Regnault die Säure erhitzt, und sie dadurch in Isäthionsäure und Schwefelsäure zerlegt, was möglicherweise beim Mischen der Krystalle mit Wasser schon

1) Diese Annalen, Bd. XLIV S. 372.

2) *Annales de chim. et de phys. T. LXV p.* 98.

3) Liebig's Annalen der Pharmacie, Bd. XXV S. 113.

eintreten kann, da, wenn grofse Massen derselben in's Wasser geschüttet werden, eine ziemlich bedeutende Temperaturerhöhung eintritt, und es sogar unmöglich ist diese Zersetzung ganz zu vermeiden, wie die oben, S. 513, erwähnten Versuche zeigen. Bei Hrn. Woskresenski's Untersuchung konnte unmöglich Aethionsäure erhalten werden, da derselbe, wie er selbst angiebt, die Säure 2 bis 3 Stunden lang kochte.

Die Bildung der Aethionsäure aus diesem krystallinischen Körper lehrt nun auch, dafs derselbe nicht, wie Hr. Regnault glaubt, $2\dddot{S}+4C+4H$, sondern $4\dddot{S}+4C+4H$ oder Carbylsulphat ist, mit dem er auch in allen äufseren Charakteren übereinstimmt. Ich habe versucht denselben, ähnlich wie es oben bei dem aus Alkohol erhaltenen Carbylsulphat beschrieben worden, auf Thonplatten im leeren Raume zu reinigen. Es gelingt diefs schwierig, weil derselbe nicht aus einzelnen Krystallen, sondern aus einer dichten krystallinischen Masse besteht. Indefs habe ich eine Quantität desselben mit Kupferoxyd verbrannt, und dabei 12,232 Proc. Kohlenstoff und 2,749 Wasserstoff erhalten, wodurch die Identität dieser beiden Körper vollkommen bestätigt wird.

Gleichzeitig mit der Bekanntmachung der Krystalle, welche aus wasserfreier Schwefelsäure und ölbildendem Gase entstehen, hat Hr. Regnault eine Säure beschrieben, der er den Namen Althionsäure gegeben hat, und die isomerisch mit Isäthionsäure seyn soll. Dieselbe wird erhalten bei der Einwirkung von wasserhaltender Schwefelsäure auf Alkohol bei höherer Temperatur, und findet sich in den Rückständen von der Bereitung des ölbildenden Gases. Ich hatte die auflösliche Säure, welche in diesen Rückständen sich vorfindet, schon mehrmals vor der Bekanntmachung des Hrn. Regnault dargestellt, bald aber Aethionsäure, bald Isäthionsäure erhalten. Seitdem habe ich mich vielfach bemüht die Althionsäure des Hrn. Regnault aus diesen Rückständen

zu gewinnen; allein es hat mir diefs nicht gelingen wollen, sondern die auflöslichen Barytsalze, die ich bei dieser Gelegenheit erhielt, liefsen sich stets durch Alkohol in äthionsauren und isäthionsauren, und bisweilen auch schwefelweinsauren Baryt trennen. Es schien mir, dafs diese Rückstände vorzugsweise reich an Aethionsäure waren, wenn bei der Darstellung des ölbildenden Gases eine höhere Temperatur angewendet worden, und mehr Isäthionsäure enthielten, wenn die Temperatur niedriger gewesen war. Es folgt indessen daraus, dafs mir die Darstellung der Althionsäure nicht hat gelingen wollen, noch keinesweges, dafs dieselbe nicht existire; denn es wäre wohl möglich, dafs Hr. Regnault bei der Darstellung des ölbildenden Gases eine andere Temperatur und andere Verhältnisse angewendet hat als ich, durch welche die Bildung dieser Säure bedingt wird [1]); wiewohl ich mich vergebens bemüht habe, durch Abänderung der Temperaturen und der Verhältnisse von Alkohol und Schwefelsäure dasselbe Resultat als Hr. Regnault zu erhalten.

1) Da bei der Bereitung des ölbildenden Gases, so wie sie gewöhnlich angegeben wird, durch Erhitzen eines Gemisches von 4 Theilen Schwefelsäure und 1 Theil absoluten Alkohol immer ein starkes Aufblähen stattfindet, was diese Operation sehr unangenehm macht, so pflege ich, wenn es sich nicht darum handelt besondere Temperaturen oder Mischungen anzuwenden, die Darstellung auf die Weise vorzunehmen, dafs ich in einem geräumigen Kolben mit weitem Halse die Schwefelsäure mit einer sehr kleinen Menge Alkohol, etwa nur ein Sechszehntel oder Zwanzigstel vom Gewicht der Schwefelsäure, erhitze, bis die Masse schwarz zu werden beginnt und alsdann durch einen Welter'schen Trichter, der durch den im Halse des Kolbens befindlichen Kork geht, von Zeit zu Zeit ein klein wenig Alkohol nachgiefse. Hierbei findet fast gar kein Aufblähen statt, und die Gasentwicklung geht sehr gleichmäfsig und ohne alle Unannehmlichkeiten von statten.

XXIV. *Vorläufige Nachricht über eine die Berechnung der Sternschnuppen betreffende Arbeit. Briefliche Mittheilung von Hrn. Prof. Bessel an den Herausgeber.*

Königsberg, d. 26. Juni 1839.

— Wahrscheinlich interessirt Sie das Resultat einer eben beendigten Arbeit über Sternschnuppen, der ich mich nicht entziehen zu dürfen glaubte, weil das merkwürdige November-Phänomen ihnen einen Platz im Weltsysteme einräumt, und es sicher an der Zeit ist, genau zu sondern, was die Beobachtungen wirklich ergeben haben, und was man etwa *hineingelegt* hat. Nun finde ich, durch eine genaue und auf *ein richtiges Princip gegründete* Untersuchung der Beobachtungen, welche Brandes in seinem 1825 erschienenen Buche zusammengebracht hat, dafs diese das *Aufsteigen* der Sternschnuppen in *keinem einzigen* Falle erweisen. Hierdurch wird die bekannte Erklärung des November-Phänomens von einer grofsen Schwierigkeit befreit; wenigstens gestehe ich, dafs ich sie, trotz des gröfsten Anscheins ihrer Richtigkeit, nicht ohne Mifstrauen habe betrachten können, so lange ich als Resultat unmittelbarer Beobachtungen annehmen mufste, dafs ein grofser Theil der Sternschnuppen von der Erde *aufwärts* gehe, was doch nicht anders geschehen könnte, als wenn eine von der Erde abwärts gerichtetete Wurfkraft auf sie wirkte.

Der Grund, durch welchen Brandes veranlafst wurde aus den Beobachtungen Resultate zu ziehen, welche von den meinigen gänzlich verschieden sind, ist sehr leicht zu entdecken. Er nahm ohne Weiteres an, dafs zwei Beobachter, an zwei verschiedenen Standpunkten, eine Sternschnuppe *gleichzeitig* sowohl *zuerst*, als auch

zuletzt wahrnehmen; diese Annahme läfst sich aber, in Beziehung auf den *Anfang*, ohne Zweifel durchaus nicht rechtfertigen, und für das *Ende* beruht sie nur auf der Bemerkung [1]), dafs man die Sternschnuppen *plötzlich*, aus vollem Lichte, verlöschen sehe. Man hätte aber die Zeugnisse, welche die Beobachtungen selbst, für oder wider die Gleichzeitigkeit dieses Verschwindens an zwei Standpunkten, ablegen können, nicht ungehört lassen sollen; wenn man sie gehört hätte, so würde man *wenigstens* bewogen seyn, die Voraussetzung der Gleichzeitigkeit in Zweifel zu ziehen; denn die gegenwärtige Untersuchung zeigt, dafs ihr die Beobachtungen keineswegs günstig sind; sie vielmehr entschieden *entweder unerwartet grofse* Fehler (bis wenigstens 7 oder 8 Grad gehende) haben müssen, *oder* der Voraussetzung widersprechen. Es blieb daher nichts übrig, als die Voraussetzung (welches in Beziehung auf den Anfang gar keinen Grund hat) auf sich beruhen zu lassen, und nur zu suchen, was sich, ohne sie, aus den Beobachtungen würde lernen lassen.

Von welchem verderblichen Einflufs diese Voraussetzung auf die Resultate seyn könne, sieht man am leichtesten in dem Falle, in welchem durch die beiden Standpunkte der Beobachter und durch die Bewegungslinie der Sternschnuppe Eine Ebene gelegt werden kann: sind z. B. die Standpunkte A und B (Fig. 3 Taf. III) die wahre Bahn der Sternschnuppen MM', die Punkte derselben, wo sie steht, wenn sie in A zuerst und zuletzt gesehen wird, a, a', wenn in B dagegen b, b'; so setzt die Voraussetzung der Gleichzeitgkeit ihren Anfangspunkt und Endpunkt in den Durchschnittspunkt der correspondirenden Gesichtslinien nach c und nach c', macht also die Sternschnuppe von c nach c' gehend, während sie wirklich MM' durchlaufen hat.

Ich habe nun, wie gesagt, diese Voraussetzung fah-

1) Deren allgemeine Richtigkeit ich zu bezweifeln Grund habe.

ren lassen, und die zu erwartenden abweichenden Resultate der davon befreiten Untersuchung sind so ausgefallen, dafs das *Aufsteigen* dadurch sehr unwahrscheinlich wird. — Ich habe noch eine der *älteren* Sternschnuppen (No. 12 vom J. 1798), welche häufig als ein Beweis des Aufsteigens angeführt worden ist, nach der neuen Theorie bezeichnet, und zwar allerdings gefunden, dafs sie dem *Fallen* am gefährlichsten von allen ist, jedoch nicht *so* gefährlich, dafs sie nicht durch Aenderungen von *einem* Grade, an jeden der beobachteten vier Oerter angebracht, fallend gemacht werden könnte. — Olbers hat bekanntlich schon den Grund angegeben (Explosion), welcher auch ein Aufsteigen erzeugen kann; dafs es sehr selten wirklich vorkommt (bei den Feuerkugeln wohl häufiger), geht mir aus den neuen Untersuchungen hervor.

Uebrigens bin ich *nicht* der Meinung, dafs *neue* Beobachtungen entbehrt werden können; sie müssen aber durch Hülfsmittel und Anordnung besser unterstützt werden als die früheren. Dazu habe ich den Plan entworfen, und werde ihn ausführen, wenn die Hülfsmittel zusammengebracht seyn werden, und es mir gelingt, aufser Hrn. Prof. Feldt in Braunsberg, noch zwei hinreichend eifrige, geübte Beobachter auf 10 bis 12 Tage zur Verfügung zu erhalten.

XXV. *Ueber die Brechkraft der wasserfreien Cyanwasserstoffsäure; von J. T. Cooper.*

Die angewandte Säure wurde im November 1831 aus trocknem Schwefelwasserstoffgas und trocknem Cyanquecksilber bereitet, und mittelst einer Kältemischung verdichtet. Fast gleich nach ihrer Bereitung wurde ihr specifisches Gewicht bestimmt, und bei 37° F. =0,706

gefunden. Drittehalb Stunden darauf wurde ihre Brechkraft bestimmt, indem man eine Portion in ein hohles, vollkommen luftdichtes Prisma, dessen brechender Winkel $I = 49^\circ\ 15'\ 40''$, brachte, und dann mittelst eines sehr einfachen Instruments den Winkel D zwischen den einfallenden und ausfahrenden Strahlen maafs. Für Fraunhofer's Strahl A betrug dieser Winkel $14^\circ\ 41'$, für den Strahl $H = 15^\circ\ 13'\ 30''$. Hieraus hat man für das Brechverhältnifs μ, nach Herschel's Formel:

$$\mu = \frac{\sin \frac{1}{2}(D+I)}{\sin \frac{1}{2} I},$$

folgende Resultate:

	Temperatur 37° F.
Strahl A, äufserstes Roth	$\mu = 1{,}2705$
Strahl H, äufserstes Violett	$\mu = 1{,}2801.$

Daraus die Dispersion:

$$\frac{\delta\mu}{\mu - 1} = \frac{1{,}2801 - 1{,}2705}{\frac{1}{2}(1{,}2801 + 1{,}2705) - 1} = \frac{0{,}0096}{0{,}2753} = 0{,}0035.$$

Bei abermaliger Untersuchung i. J. 1839 der seitdem gegen Luft und Licht sorgfältig verwahrten Säure wurde das specifische Gewicht und die Brechkraft derselben vollkommen unverändert gefunden, und selbst nachdem sie darauf, einige Wochen lang, dem gewöhnlichen Tageslicht, nur wohl verschlossen, ausgesetzt worden, zeigte sie keine Veränderung; die allgemeine Meinung von der leichten Zersetzbarkeit dieser Säure ist also, bei Abhaltung der Luft, ungegründet.

Brewster fand das Brechverhältnifs des durch Druck flüssig gemachten Cyans $= 1{,}316$. Da Wasserstoffgas und Cyangas sich, ohne Verdichtung, in gleichen Volumen zu Cyanwasserstoffgas vereinigen, so glaubt Hr. C., dafs man, ohne sonderlichen Irrthum, das Brechverhältnifs des flüssigen Wasserstoffs erhalten werde, wenn man von dem des flüssigen Cyans das des flüssigen Cyanwasserstoffs abziehe; so bekommt man für dasselbe $1{,}316 - 1{,}275 = 0{,}041$ (*Phil. Mag. Ser. III Vol. XIV p.* 186.)

[redacted]

1839. ANNALEN №. 8.
DER PHYSIK UND CHEMIE.
BAND XXXXVII.

I. *Zwölfte Reihe von Experimental-Untersuchungen über Elektricität; von Michael Faraday.*

(Schlufs von S. 289.)

1405. Nachdem wir die verschiedenen Fälle von unterhaltener Isolation in nicht leitenden di-elektrischen Körpern bis zu den höchsten Punkt, den sie erreichen können, betrachtet haben, finden wir, dafs sie zuletzt mit einer *Zerreifsungs-Entladung* endigen; wobei der besondere Zustand der Theilchen des Di-elektricums, der zur Fortdauer der Vertheilung nöthig war, eben so wesentlich ist zum Eintreten des Vorgangs, welcher alle Erscheinungen beschliefst. Diese Entladung ist nicht nur in ihrem Ansehen und ihrer Beschaffenheit verschieden von den früher betrachteten Vorgängen (*modes*), welche eine Schwächung der Kräfte bewirken (1320. 1343), sondern auch, obwohl im Principe wirklich gleich, in sich selbst verschieden durch gewisse Charaktere, und so zeigt sie sich uns unter der Form von *Funken, Lichtbüscheln* und *Erglimmungen* (*glow*) (1359). Zuvörderst will ich den *Funken* betrachten, denselben jedoch für jetzt beschränkend auf den Fall der Entladung zwischen zwei engegengesetzt elektrisirten leitenden Flächen.

Der elektrische Funke oder Blitz (*flash*).

1406. Der *Funke* ist eine Entladung oder Schwächung des inductiven Polarisationszustandes vieler di-elektrischer Theilchen durch eine besondere Wirkung einiger wenigen dieser Theilchen, die einen sehr kleinen und beschränkten Raum einnehmen; alle zuvor polarisirten Theilchen kehren dabei in ihren anfänglichen oder

normalen Zustand zurück, in umgekehrter Ordnung, in welcher sie ihn verlassen haben, und sie vereinigen mittlerweile ihre Kräfte (*powers*), um den Entladungs-Effect zu erzeugen oder vielmehr fortzusetzen (1417. 1436), an dem Ort, wo der Umsturz der Kraft (*force*) zuerst stattfand. Meine Meinung (*impression*) ist, dafs die wenigen Theilchen, welche am Orte der Entladung befindlich sind, nicht blofs bei Seite gestofsen, sondern in einen eigenthümlichen, einen temporär höchst aufgeregten (*exalted*) Zustand versetzt werden, d. h. dafs sie nach und nach alle umgebenden Kräfte auf sich häufen, und demgemäfs zu einer Intensität des Zustandes (*intensity of condition*) steigen, die vielleicht der von chemisch sich verbindenden Atomen gleich ist, und so die Kräfte (*possibly in the same manner as they do theirs*) durch eine uns für jetzt unbekannte Operation entladen. Der End-Effect ist genau so, wie wenn ein Metalldraht an die Stelle der entladenden Theilchen gesetzt wäre, und es scheint nicht unmöglich, dafs die Principien der Action sich späterhin in beiden Fällen als gleich erweisen.

1407. Die *Bahn des Funkens* oder der Entladung hängt ab von dem Spannungsgrad, den die Theilchen in der Entladungslinie erlangt haben, von Umständen, welche, in jedem gewöhnlichen Fall sehr einleuchtend, und durch die Theorie leicht verständlich, denselben in ihnen mehr steigern als in den benachbarten, und indem sie sie erst auf den erforderlichen Zustand erheben, sie veranlassen, die Bahn der Entladung zu bestimmen. Hieraus dann die Auswahl der Bahn und die Lösung des nach der alten Theorie vorhandenen und von Harris so schön beschriebenen Wunders [1]). Alles ist, durch die vorausgegangene Vertheilung, unter den Theilchen vorbereitet für die Bahn des elektrischen Funkens oder des Blitzes selbst (*for the path either of electric spark or of Lightning itself*).

1) *Nautical Magazine*, 1834, *p.* 229.

1408. Dieselbe Schwierigkeit ist von Nobili [1]) als Princip für die Volta'sche Elektricität ausgesprochen, fast in Harris's Worten, nämlich so: »die Elektricität richtet sich gegen den Punkt, wo sie sich am leichtesten entladen kann,« und die Resultate hievon als Princip hat er für die Volta'schen Ströme wohl dargethan (*wrought out*). Allein die *Lösung* der Schwierigkeit, oder der nächsten Ursache der Effecte ist dieselbe; Vertheilung bringt die Theilchen auf oder an einen gewissen Zustand (1370); und durch die, welche ihn am ersten erreichen, wird die Entladung am ersten und wirksamsten ausgeführt.

1409. Der *Moment* der Entladung wird wahrscheinlich durch dasjenige Theilchen des Di-elektricums bedingt, welches, der Umstände wegen, in seiner Spannung am schnellsten auf das Maximum der Intensität gesteigert ist. In allen Fällen, wo die Entladung von einem Leiter zum anderen übergeht, mufs dieses Theilchen auf der Oberfläche eines von ihnen befindlich seyn; wenn sie aber von einem Leiter zu einem Nichtleiter übergeht, ist dem vielleicht nicht immer so (1453). Wenn dieses Theilchen das Maximum seiner Spannung erreicht hat, so wird der ganze Widerstandsdamm (*barrier of resistance*) in der an ihm (*it* — dem Theilchen) entspringenden Vertheilungslinie (oder Linien) niedergerissen, und es erfolgt eine zerreifsende Entladung (1370). Ein solcher Schlufs, gezogen wie er ist aus der Theorie, scheint mir im Einklang mit Harris's Thatsachen und Folgerungen in Bezug auf den Widerstand der Atmosphäre, nämlich dafs er bei Einer Schlagweite nicht gröfser ist als bei irgend einer andern [2]).

1410. Es ist wahrscheinlich, dafs die zur Entladung nöthige Spannung eines Theilchens eines und desselben

1) *Bibl. univers.* 1835, *LIX*, *p.* 275.

2) *Phil. Transact.* 1834, *p.* 227. 229.

Di-elektricums, wie Luft, eine *constante Gröfse* ist, gleichviel, ob der mit ihm in Berührung stehende Theil des Leiters eine Kugel- oder Spitzen- oder sonst eine Gestalt besitzt, was für eine Dicke oder Tiefe, vielleicht sogar was für eine Verdünnung oder Verdichtung das Di-elektricum durch welches die Vertheilung geschieht, auch haben mag, und gleichviel ob der Leiter, mit welchem das Theilchen für den Moment verknüpft ist, ein guter oder schlechter ist. Ich will damit nicht sagen, dafs nicht durch die Einwirkung der benachbarten Theilchen auf das entscheidende Theilchen kleine Unterschiede entspringen können; denn in der That mufs die für ein Theilchen erforderliche Intensität in Beziehung stehen zu der der benachbarten Theilchen. Allein wenn die Erwartung sich annähernd als wahr erweist; was für eine Allgemeinheit des Charakters bietet sie nicht dar! Und dürfen wir nicht hoffen, in der Bestimmtheit der Kraft eines besonderen Theilchens eine unmittelbare Beziehung zu finden zu jener Kraft, die, als elektrisch, ebenfalls bestimmt ist, und die chemische Verwandtschaft ausmacht?

1411. Theoretisch genommen scheint es, als müfsten im Moment der Entladung durch den Funken in Einer Linie der Vertheilungskraft nicht blofs alle übrigen Linien ihre Kräfte in diese eine werfen (1406), sondern auch, der Seiten-Effect, welcher einer Abstofsung dieser Linien gleichkommt (1224. 1297), unterstützt werden, und ihm Etwas folgen, was einer entgegengesetzten Wirkung, einem Collapsus oder einer Attraction dieser Theilchen gleichwerthig wäre. Lange suchend nach einer Transversalkraft bei der statischen Elektricität, welche dem Magnetismus oder der Transversalkraft der strömenden Elektricität entspräche, und glaubend, dafs sie zusammenhängen möchte mit der schon beschriebenen Transversalwirkung der Vertheilungslinien (1297) war ich begierig durch verschiedene Versuche die Wirkung einer solchen Kraft nachzuweisen, und sie in Zusammen-

hang zu setzen mit den Erscheinungen des Elektromagnetismus und der Magneto-Elektricität.

1412. Unter andern erwartete ich, dafs zwischen zwei gleichen Funken, wenn man sie gleichzeitig und hinreichend nahe neben einander hervorbringen könnte, eine Seitenwirkung (*mutual affection or even lateral coalition*) stattfinden würde. Zu dem Ende wurden zwei gleiche Leidner Flaschen an ihren Knöpfen mit zwei horizontalen Stiften von 0,2 Zoll Dicke und zugerundeten Enden versehen. Die Flaschen wurden auf ein Blatt Zinnfolie gestellt, und zwar so, dafs ihre Stifte *a* und *b*, einander nahe, in der in Fig. 2 Taf. I abgebildeten Lage befindlich waren; *c* und *d* waren zwei isolirte und durch einen Messingstab verbundene Messingkugeln; *e* war auch eine Messingkugel, die durch einen Draht mit dem Boden und mit der Zinnfolie, auf welcher die Leidner Flaschen standen, in Verbindung gesetzt waren. Indem ich nun einen isolirten Metallstab quer auf *a* und *b* legte, die Flaschen lud und den Stab fortnahm, konnte ich beiden Flaschen eine gleich starke Ladung geben (1370). Als ich nun die Kugel *e* der Kugel *d* näherte, schlugen, im Moment als dort der Funke erschien, zwischen den Stiften *n* und *o* und der Kugel *c* zwei Funken über, und zwar, so weit als das Auge entscheiden konnte, gleichzeitig.

1413. Unter diesen Umständen fanden zwei Entladungsweisen statt. Entweder sandte jedes Ende seinen eignen Funken auf die Kugel, oder nur das eine Ende wurde mit der Kugel durch einen Funken verknüpft, während zugleich zwischen diesem und dem andern Ende ein Funke überschlug.

1414. Wenn die Kugel *c* etwa einen Zoll im Durchmesser hatte, und die Enden *n* und *o* etwa einen halben Zoll von ihr und etwa 0,4 Zoll von einander standen, konnten die beiden Funken auf die Kugel *c* erhalten werden. Wenn, um die Funken näher an einander zu

bringen, die Enden *n* und *o* dichter zusammengerückt wurden, so schlug, aller sorgfältigen Ajustirung ungeachtet, nur zwischen dem einen Ende und der Kugel ein Funke über, während zugleich zwischen ihm und dem andern Ende ein Funke erschien; und die geringste Aenderung in der Lage machte, dafs eins der beiden Enden *n* oder *o* der Kugel den Funken gab, und zugleich durch oder vermittelst dieses das andere seine Elektricität entlud.

1415. Bei Verkleinerung der Kugel *c* fand ich, dafs es nützlich war, den Abstand zwischen den Enden *n* und *o* zu vergröfsern im Verhältnifs des Abstandes zwischen ihnen und der Kugel *c*. Bei Vergröfserung von *c* konnte ich den Abstand verringern und so die beiden gleichzeitigen Funken einander näher bringen, bis zuletzt der Abstand zwischen ihnen, an der weitesten Stelle, nicht mehr als 0,6 ihrer ganzen Länge war.

1416. Ich liefs viele Funken überschlagen und beobachtete sie sorgfältig. Sie waren sehr selten gerade, vielmehr entweder gekrümmt oder unregelmäfsig gebogen. In der Regel waren sie, glaube ich, entschieden convex gegen einander; vielleicht waren zwei Drittel so gestaltet, die übrigen mehr oder weniger auswärts gebogen. Niemals war ich jedoch im Stande Funken zu erhalten, welche die Drahtenden *n* und *o* einzeln verliefsen, und, ehe sie die Kugel *c* erreichten, in einzigen zusammenflossen. Bis jetzt kann ich das Zusammenfliefsen der Funken noch nicht als Thatsache hinstellen, wiewohl ich glaube eine Neigung dazu bemerkt zu haben.

1417. Doch zeigte sich hier eine sehr interessante Erscheinung, analog oder zum Theil vielleicht gleich mit der von mir gesuchten, nämlich eine erhöhte Leichtigkeit der Entladung dort, wo schon ein Funke übergeschlagen war. In den Fällen z. B. wo das eine Ende, wie *n*, die Elektricität beider Enden auf die Kugel *c* entlud, hatte die Elektricität des andern Endes *o* eine

Luftdicke zu durchdringen 1,5 Mal so grofs als die, welche sie bei directem Uebergang von diesem zu der Kugel durchlaufen haben würde. In solchen Fällen konnte das Auge, selbst mit Anwendung des Wheatstone'schen Mittels [1]) nicht unterscheiden, dafs der Funke aus dem Ende *n*, welcher beide Portionen von Elektricität enthielt, ein doppelter war. Er konnte nicht aus zwei gesondert gehenden Funken bestanden haben, denn diefs würde dem Auge sichtbar gewesen seyn; doch ist es auch möglich, dafs der Funke des ersten Endes *n* und seiner Flasche, indem er sehr kurze Zeit vor dem des andern *o* überging, die Luft auf seinem Wege erhitzt und ausdehnt, und somit für Entladung geeigneter gemacht hatte, so dafs die Elektricität des Endes *o* lieber durch diese Luft ging und einen Umweg machte, als den geraden Weg zu der Kugel einschlug. Es mufs jedoch gegen diese Voraussetzung bemerkt werden, dafs der Eine Funke zwischen *d* und *e* durch seinen Einflufs eine gleichzeitige Entladung bei *n* und *o* hervorzubringen gesucht, und wirklich hervorgebracht haben würde, wenn dem einen Draht kein Uebergewicht über den andern in Bezug auf die vorausgegangene Vertheilung (1414) gegeben worden wäre.

1418. Thatsache ist jedoch, dafs die zerreifsende Entladung sich selbst begünstigt. Sie ist anfangs ein Fall von wankendem Gleichgewicht, und wenn *Zeit*, auch nur im kleinsten Verhältnifs (1436) ein Element der Entladung ist, so begünstigt der Anfang der Action an irgend einem Punkt ihre Fortdauer und Steigerung daselbst, und Portionen der Kraft werden auf einem Wege entladen, den sie sonst nicht eingeschlagen haben würden.

1419. Die blofse Erhitzung und Ausdehnung der Luft durch die erste übergehende Portion von Elektrici-

1) *Phil. Transact.* 1834, *p.* 584 *et* 585. (Annalen, Bd. XXXIV S. 464.)

tät muſs einen groſsen Einfluſs auf die Hervorbringung dieser Resultate ausüben.

1420. Was das Resultat selbst betrifft, so sehen wir dessen Einfluſs bei jedem überschlagenden Funken. Denn es ist nicht die ganze übergehende Menge, was die Entladung bedingt, sondern bloſs der kleine Kraft-Antheil, welcher das entscheidende Molecül (1370) auf sein Maximum von Spannung bringt; dann, wann dessen Kräfte überwältigt sind und Entladung beginnt, geht der ganze Rest, vermöge des Einflusses der eben erwähnten begünstigenden Umstände, auf demselben Wege über; und die Entladung ist vollkommen, es mag die Elektricität die von Einem oder von tausend Quadratzoll geladenen Glases seyn. Späterhin werden wir den Einfluſs dieses Effects auf Bildung der Lichtbüschel (1435) kennen lernen, und es ist nicht unmöglich, daſs wir ihn auch bei Erzeugung der gekerbten Funken und gezackten Blitze wieder finden.

1421. Die Charaktere des elektrischen Funkens sind in *verschiedenen Gasen* ungleich, und das *vielleicht* bloſs wegen der Wirkung der in dem Moment entwickelten Wärme, vielleicht aber auch wegen der von mir als Basis der Vertheilungstheorie angenommenen specifischen Relation zwischen den Theilchen und elektrischen Kräften. Die Thatsachen sind einer solchen Ansicht nicht zuwider, und in dieser Ansicht verstärkt jene Ungleichheit das Argument für die Molecular-Action, so wie sie auch den Einfluſs der letzteren in jedem Theil des elektrischen Effects (1423. 1454) zu zeigen scheint.

1422. Die Erscheinungen bei den Funken in verschiedenen Gasen sind oft beobachtet und beschrieben [1]), doch halte ich es nicht für überflüssig folgende Resultate in Kürze anzugeben. Sie wurden mit Messingkugeln

1) Van Marum's Beschreibung der Teyler'schen Maschine, Vol. I p. 112 und Vol. II p. 196; *Encyc. Brit. Vol. VI, Art. Electricity, p.* 505. 507.

(Platinflächen würden besser gewesen seyn) und unter gewöhnlichem Druck erhalten. In *Luft* haben die Funken jenes intensive Licht und jene blaue Farbe, welche so bekannt sind, und wenn die übergehende Elektricitätsmenge nicht grofs ist, haben sie oft schwache oder dunkle Stellen in ihrem Laufe. In *Stickgas* sind sie sehr schön, im Allgemeinen von gleichem Ansehen wie in der Luft, doch entschieden von mehr blauer und purpurrother Farbe, und, wie mir schien, merkwürdig laut (*sonorous*). In *Sauerstoff* waren die Funken weifser als in Luft oder Stickgas, doch, glaube ich, nicht so glänzend. In *Wasserstoff* hatten sie eine feine Carmoisinfarbe, nicht wegen dessen Lockerheit, denn die Farbe verschwand beim Verdünnen der Atmosphäre (1459) [1]; das Geräusch war in diesem Gase sehr schwach, doch diefs ist eine Folge der physischen Beschaffenheit des letzteren [2]). In *Kohlensäuregas* war die Farbe der in Luft ähnlich, doch mit Beimischung von etwas Grün. Die Funken waren von merkwürdig unregelmäfsiger Gestalt, mehr als in gemeiner Luft; sie konnten auch, bei Gleichheit in Gröfse der Kugel u. s. w., von gröfserer Länge als in Luft erhalten werden, indem das Gas eine besondere Leichtigkeit zeigte, die Entladung in Form von Funken übergehen zu lassen. Im *Salzsäuregas* war der Funke fast weifs, durch und durch gleich hell, nirgends jene dunkeln Stellen zeigend, welche in Luft, Stickgas und andern Gasen vorkommen. Das Gas war trokken, und während des ganzen Versuchs blieb die Oberfläche des Glases inwendig vollkommen trocken und hell. In *Steinkohlengas* war der Funke zuweilen grün, zuweilen roth, zuweilen an einer Stelle grün, und an einer andern roth. Auch kommen in der Linie des Funkens

1) Van Marum sagt, sie seyen in Wasserstoff ungefähr vier Mal so lang als in Luft, Vol. I p. 122.

2) Leslie.

sehr plötzlich dunkle Stellen vor (*Black parts also occur very suddenly in the line of spark i. e. they are not connected by any dull part with bright portions, but the two seem to join directly one with the other*).

1423. Diese Verschiedenheiten des Ansehens erweckten in mir den Gedanken, dafs sie von einer directen Relation der elektrischen Kräfte zu den Theilchen des Di-elektricums, durch welches hin die Entladung geschieht, herrührten, und nicht von einem zufälligen Glühen oder einer secundären Wirkungsweise der Elektricität auf die Theilchen, welche sie auf ihrem Wege antrifft und bei Seite stöfst.

1424. Die Funken können (*may*) in weit dichteren Mitteln als die Luft, z. B. in Terpenthinöl, Baumöl, Harz, Glas u. s. w. erhalten werden, auch in dichteren Körpern, die den Leitern näher kommen, wie Wallrath, Wasser u. s. w. Allein in diesen Fällen zeigt sich nichts, was, so weit ich einsehen kann, den hier aufgestellten allgemeinen Ansichten zuwider wäre.

Der elektrische Lichtbüschel.

1425. Der *Lichtbüschel* (*brush*) ist die nächste Form von Zerreifsungs-Entladung, welche ich betrachten will. Es giebt verschiedene Wege ihn zu erhalten, oder vielmehr seine Charaktere zu steigern; und alle diese Wege erläutern die Principien, nach denen er gebildet wird. Wenn von einem isolirten Leiter, der mit dem positiven Conductor der Elektrisirmaschine verbunden ist, ein 0",3 dicker und in einem zugerundeten Ende oder Knopf endigenden Metallstab abwärts von der Maschine hervorragt, so giebt er gewöhnlich gute Lichtbüschel, oder wenn die Maschine nicht in rechter Wirksamkeit ist, läfst sich die Bildung der Büschel durch verschiedene Mittel befördern; so kann man die Hand oder irgend eine *grofse* leitende Fläche jenem Ende nähern, um die Vertheilungskraft zu erhöhen (1374), oder man

kann das Ende kleiner und von schlecht leitender Substanz, z. B. Holz, nehmen, oder zwischen dem ersten Conductor der Maschine und dem zweiten, zu welchen das die Büschel liefernde Ende gehört, Funken überschlagen lassen, oder endlich, was den Büscheln ein aufserordentlich schönes Ansehen und eine bedeutende Gröfse giebt, die Luft rings um die Spitze entweder durch Erwärmung oder durch Auspumpen mehr oder weniger verdünnen, und dabei auch die ersten begünstigenden Umstände beibehalten.

1426. Erhalten durch eine kräftige Maschine an einem Knopf von 0",7 Durchmesser am Ende eines langen, auf dem positiven ersten Conductor befestigten Messingstabes hat der Büschel im Allgemeinen das Ansehen der Fig. 3 Taf. I. Ein kurzer kegelförmiger heller Theil schiefst geradezu von der Mitte des Knopfes aus, und breitet sich, in einem kleinen Abstande von der Kugel, plötzlich in einen breiten Büschel von blassen Zweigen aus, die in zitternder Bewegung sind, begleitet von einem leisen knisternden Geräusch.

1427. Auf den ersten Blick scheint der Büschel zusammenhängend zu seyn; allein Hr. Wheatstone hat gezeigt, dafs er aus einer Reihe intermittirender Entladungen besteht [1]). Wenn man das Auge, nicht durch eine Bewegung des Kopfs, sondern des Augapfels selbst, rasch quer durch die Richtung des Büschels führt, indem man standhaft erst 10° bis 15° darüber und dann plötzlich eben so viel darunter wegsieht, so löst sich der allgemeine Büschel in eine Anzahl besonderer Büschel auf, die auf der Linie, die das Auge durchlief, in einer Reihe stehen; jeder besondere Büschel ist das Resultat einer einzelnen Entladung, und der Raum zwischen ihnen repräsentirt sowohl die Zeit, während das Auge durch diesen Raum geführt ward, als auch die, welche zwischen der einen und der andern Entladung verstrich.

1) *Phil. Transact.* 1834, *p.* 586. (Ann. Bd. XXXIV S. 469.)

1428. Die einzelnen Büschel konnten leicht zu acht bis zehn Mal ihrer eignen Breite von einander getrennt werden, waren aber nicht zur selben Zeit ausgedehnt, d. h. sie wurden nicht unbestimmter in Gestalt, sondern im Gegentheil, vermöge ihrer Sonderung von einander, bestimmter in Gestalt, Verzweigung und Charakter. Sie waren daher instantan in ihrer Existenz (1436). Jeder hatte die konische Wurzel vollständig.

1429. Bei Anwendung einer kleineren Kugel war der allgemeine Büschel kleiner, und das Geräusch, obwohl schwächer, doch continuirlicher. Bei Auflösung des Büschels in seine elementaren Bestandtheile, wie zuvor, zeigten diese sich in weit kürzeren Intervallen auftretend, doch war die Entladung noch intermittirend.

1430. Bei Anwendung eines Drahts mit rundem Ende war der Büschel noch kleiner, jedoch, wie zuvor, in successive Entladungen trennbar. Das Geräusch, obwohl schwächer, war höher im Klang und ein deutlicher musikalischer Ton.

1431. In der That entspringt das Geräusch aus dem wiederholten Laut einer jeden einzelnen Entladung, und da diese unter gewöhnlichen Umständen in fast gleichen Zwischenzeiten eintreten, so entsteht ein bestimmter Ton, welcher, da seine Höhe mit vermehrter Schnelligkeit und Regelmäfsigkeit der intermittirenden Entladungen steigt, ein leichtes und genaues Mittel zur Messung der Intervalle liefert, und dadurch allemal, wenn die Entladung gehört wird, selbst im Fall man die Erscheinungen nicht sieht, zur Bestimmung des Elements der *Zeit* benutzt werden kann. So auch, wenn wir die Hand einem hervorspringenden Stab oder Knopf nähern, lehrt uns die steigende Höhe des von der Büschel-Entladung erzeugten Tons, dafs wir die Vertheilung (1374) und damit die Schnelligkeit der Abwechslungen von Ladung und Entladung erhöht haben.

1432. Bei Anwendung von Drähten mit dünneren

Enden wurden kleinere Lichtbüschel erhalten, bis sie endlich kaum noch als Büschel erkannt werden konnten. So lange indeſs noch ein Geräusch gehört ward, lieſs sich die Entladung, durch das Auge, als intermittirend erkennen; und wenn das Geräusch verschwand, wurde das Licht continuirlich, ein Glimmen (1359. 1405).

1433. Für die, welche nicht gewohnt sind das Auge in eben beschriebener Weise zu gebrauchen, oder im Fall die Wiederholungen für das Auge zu rasch geschehen, wird der schöne Apparat des Hrn. Wheatstone mit dem rotirenden Spiegel nützlich seyn [1]). Ein anderes vortreffliches Verfahren besteht darin, daſs man den Lichtbüschel oder das leuchtende Phänomen an dem Ende eines Stabes erzeugt, den man in der Hand einem positiv oder negativ geladenen Conductor gegenüber hält, und darauf rasch von einer Seite zur andern bewegt, während das Auge ruhig bleibt. Die successiven Entladungen geschehen dem zufolge an verschiedenen Orten, und man kann den Zustand der Dinge vor, bei und nach einem einzigen Aufblitzen (*coruscation*) oder Büschel auſserordentlich gut auseinanderlegen.

1434. Der *Lichtbüschel* ist in Wirklichkeit eine Entladung zwischen einem schlechten oder einem Nicht-Leiter und einem Leiter oder einem anderen Nichtleiter. Unter den gewöhnlichen Umständen ist der Büschel eine Entladung zwischen einem Leiter und Luft, und ich glaube, er findet ungefähr in folgender Weise statt. Wenn das Ende eines elektrisirten Stabes in die Mitte eines Zimmers hineinragt, so findet zwischen ihm und den Wänden des Zimmers quer durch das Di-elektricum, die Luft, eine Vertheilung statt; und die Linien der Vertheilungskraft häufen sich auf jenes Ende in gröſserer Menge als irgendwo, oder die Lufttheilchen am Ende des Stabes werden, aus schon angegebenen Gründen, (1374), höher polarisirt als an irgend einer anderen Stelle des Stabes.

1) *Phil. Transact.* 1834, *p.* 584, 588. (Ann. Bd. XXXIV S. 469.)

Die in Querschnitten auf den Linien der Vertheilungskraft liegenden Lufttheilchen sind am wenigsten polarisirt in Schnitten gegen die Wälle hin, und am meisten polarisirt in denen näher am Ende der Drähte (1369); so kann es wohl geschehen, dafs ein Theilchen am Ende des Drahts sich in einer Spannung befindet, die unmittelbar in Entladung übergeht, während die nur wenige Zoll davon entfernten in ihrer Spannung noch unter diesem Punkte sind. Gesetzt aber der Stab sey positiv geladen und ein ihm nahes Lufttheilchen *A* (Fig. 4 Taf. I) sey polarisirt, habe demnach seine negative Kraft gegen den Stab und seine positive Kraft von ihm ab gekehrt. Im Augenblick, da eine Entladung stattfindet zwischen der positiven Kraft des der Luft gegenüberstehenden Stabtheilchens und der negativen Kraft des dem Stab zugewandten Lufttheilchens, wird das ganze Lufttheilchen positiv elektrisirt; und wenn im nächsten Augenblick der entladene Theil des Stabs, vermöge Zuleitung von der hinteren Metallfläche, seinen positiven Zustand wieder annimmt, wirkt er nicht nur auf die Theilchen jenseits *A*, indem er *A* wieder in den Polarisationszustand versetzt, sondern *A* selbst übt, vermöge seines Polarisationszustands, eine besondere Vertheilungswirkung auf diese entfernteren Theilchen aus, und dem zufolge ist die Spannung zwischen *A* und *B* so erhöht, dafs auch dort eine Entladung stattfindet, so gut wie zwischen dem Metall und *A*.

1435. Dazu kommt, dafs wenn, wie gezeigt worden, der Act der Entladung einmal begonnen hat, die ganze Operation gleich einem unstabilen Gleichgewicht rasch zu Ende geführt wird (1370. 1418), der Act wird in seinem anderen Fortgang erleichtert, und andere Elektricität als die, welche die erste nothwendige Spannung erzeugte, eilt zu dem Ort. Wenn demnach die Zerreifsungs-Entladung an der Wurzel eines Licht-Büschels einmal angefangen hat, so findet die elektrische Kraft,

welche in dem am Stabe befestigten Conductor angehäuft ist, dort eine leichtere Entladung als anderswo, und folgt dem gleichsam für sie bezeichneten Weg, dabei den Conductor in einen partiell entladenen, und die Luft am Ende des Drahts in einen geladenen Zustand zurücklassend. Die zur Wiederherstellung der vollen Ladung des Conductors nöthige Zeit und die mehr oder weniger grofse Zerstreuung der geladenen Luft durch die vereinte Abstofsung von dem Conductor und Anziehung zu den Wänden des Zimmers, gegen welche die Vertheilung gerichtet ist, ist genau die Zeit, die zwischen einem Büschel und dem nächsten verstreicht (1420. 1427. 1431).

1436. Diese Beschreibung in Worten ist lang; allein so weit wir den Act oder die Kräfte, auf denen derselbe beruht, schätzen und messen können, giebt es nichts in dem Act, was verhinderte, dafs er *instantan* sey. Die Betrachtung von *Zeit* ist jedoch unter mehren Gesichtspunkten wichtig (1418) und in Bezug auf Zerreifsungs-Entladung scheint es der Theorie nach weit wahrscheinlicher, sie in einem Lichtbüschel als in einem Funken zu entdecken, denn bei einem Büschel befinden sich die Theilchen in der Linie, durch welche die Entladung geht, in sehr verschiedenen Intensitätszuständen, und die Entladung ist schon an der Wurzel des Büschels vollendet, ehe noch die Theilchen an den Spitzen der Verzweigungen das Maximum ihrer Intensität erreicht haben.

1437. Ich halte für wahrscheinlich, dafs eine Büschel-Entladung ein successiver Effect in dieser Weise sey. Die Entladung beginnt an der Wurzel (1426), und, indem sie sich nach und nach auf alle Theile des elementaren Büschels ausdehnt, geht sie fortdauernd von der Wurzel und den vorher gebildeten Theilen aus, bis der ganze Büschel vollendet ist; durch die Intensitäts- und Kraft Abnahme an dem Conductor hört er nun auf

einmal in allen Theilen auf, bis er, wenn diese Kraft wiederum bis zu einem hinlänglichen Grade gestiegen ist, wieder hergestellt wird. Allein bei den Funken sind, vermöge der Umstände, die Theilchen in der Entladungslinie, von nahe gleicher Intensität in ihrer Polarisation, und daher erleiden sie die Entladung so nahe in Einem Moment, dafs die Wahrnehmung der Zeit für uns ganz unmöglich ist.

1438. Hr. Wheatstone hat bereits Versuche angestellt, welche diesen Punkt vollkommen erläutern. Er fand, dafs der Büschel im Allgemeinen eine merkliche Dauer habe, konnte aber bei dem Funken nichts davon entdecken [1]). Ich wiederholte, obwohl mit unvollkommneren Mitteln, in der Absicht seinen Versuch, um zu sehen, ob man an dem Stiel oder der Wurzel des Büschels eine längere Dauer als an den Verzweigungen wahrnehmen könnte, und die Erscheinungen waren wirklich so, dafs sie mich an einen solchen Vorgang glauben machten.

1439. Dafs die Entladung in Verzweigungen zerfällt, und von diesen aus durch Luftstrecken geht, die rücksichtlich der daselbst erlangten Polarisation und Spannungsstufe ihrer Theilchen ganz oder nahe gleich sind, ist ein sehr natürliches Resultat des vorhergehenden Zustands der Dinge, und eher zu erwarten, als dafs die Entladung geradeaus in den Raum, in einer einzigen Linie zwischen den Theilchen hindurchginge, welche, in einigen Abstand am Ende des Stabes einen niedrigeren Spannungszustand besitzen als die näheren; und während wir nicht anders schliefsen können, als dafs die Theilchen, wo die Zweige eines elementaren Büschels erscheinen, sich unter günstigeren Umständen zur Entladung befinden, als die dunkeln Stellen zwischen den Verzweigungen, können wir auch folgern, dafs an den Stellen, wo das Licht der beglei-

1) *Phil. Transact.* 1835, *p.* 586, 590. (Ann. Bd. 34 S. 466.).

gleitenden Entladung gleich ist, auch die Umstände gleich seyen. Die elementaren Büschel sind keineswegs von gleicher Gestalt, selbst wenn man sie ohne Bewegung des Stabs oder der umgebenden Gegenstände (1427. 1433) beobachtet, und es läfst sich annehmen, dafs die successiven Entladungen in die umgebende Luftmasse stattfinden, durch verschiedene Wege an jedem Büschel, je nachdem kleine Umstände, wie Staub u. s. w. (1391. 1392) die Bahn bei einer Reihe von Theilchen mehr als bei der anderen begünstigt haben.

1440. Die Büschel-Entladung erfordert nicht nothwendig einen Strom des Mediums, in welchem der Büschel erscheint; der Strom ist zwar fast immer da; allein er ist eine Folge des Büschels, und soll späterhin betrachtet werden. Hält man eine positiv geladene stumpfe Spitze gegen unisolirtes Wasser, so erscheint ein Stern oder ein Glimmen an der Spitze, ein Luftstrom geht von ihm aus und die Oberfläche des Wassers wird eingedrückt; bringt man aber die Spitze so nahe, dafs ein hörbarer Büschel übergeht, so verschwindet der Luftstrom augenblicklich, und die Oberfläche des Wassers wird vollkommen eben.

1441. Die Entladung durch einen Büschel geschieht nicht durch alle Lufttheilchen in der Nähe des elektrisirten Conductors, von welchem der Büschel ausgeht; sondern es sind blofs die Theile elektrisirt, von denen die Verzweigungen ausgehen; die Luft in den centralen dunkeln Stellen zwischen ihnen erhalten keine Ladung, und in der That ist ihre elektrische und inductive Spannung zur Zeit der Entladung bedeutend geschwächt. Denn gesetzt Fig. 14 Taf. I stelle einen elementaren Büschel vor; die Vertheilung vor der Entladung geht von dem Stab ab und auswärts in divergirenden Linien gegen die entfernten Leiter, wie z. B. die Wände des Zimmers, und ein Theilchen *a* hat Polarität von einem gewissen Spannungsgrad, und strebt mit einer gewissen Kraft geladen

zu werden; allein im Moment der Entladung erlangt auch die Luft in den Verzweigungen *b* und *d* einen positiven Zustand, und setzt ihren Einflufs dem des positiven Conductors auf *a* entgegen, und dadurch wird die Spannung des Theilchens bei *a* eher verringert als erhöht. Die geladenen Theilchen bei *b* und *d* sind nun inductive Körper; allein die Linien ihrer Vertheilungskraft sind nach auswärts gegen die Wände des Zimmers gerichtet. Die Richtung der Polarität und die Tendenz der übrigen Theilchen, sich von diesen laden zu lassen werden durch diese Kraftlinien oder in Uebereinstimmung mit ihnen bedingt.

1442. Die Theilchen, welche geladen sind, sind es wahrscheinlich sehr stark; allein da das Medium ein Nichtleiter ist, so können sie diesen Zustand nicht den benachbarten mittheilen. Sie wandern daher unter dem Einflufs der anziehenden und abstofsenden Kräfte von dem geladenen Leiter gegen den nächsten unisolirten Leiter oder den nächsten Körper, der zu ihnen in einem verschiedenen Zustand befindlich ist, gerade wie Staubtheilchen wandern würden, und werden dann geladen; jedes Theilchen wirkt dabei auf seinem Wege als ein Centrum von Vertheilungskraft auf jeden ihm nahe kommenden Körper.

1443. Das Wandern dieser geladenen Theilchen bewirkt, wenn sie zahlreich sind, Wind und Ströme, allein diese kommen bei der *fortführenden Entladung* in Betracht (1319). Wenn es heifst, Luft sey elektrisirt, und sie wird es oft in der Nähe von Elektrisirmaschinen, so besteht sie, meiner Ansicht nach, aus einer Mischung von elektrisirten und nicht elektrisirten Theilchen, von denen die letzteren bei weitem die Mehrzahl ausmachen. Wenn wir durch eine Flamme oder durch Drähte Elektricität aus der Luft einsammeln, so geschieht diefs entweder durch eine wirkliche Entladung dieser Theilchen oder durch Effecte, die auf deren vertheilenden Wirkung beruhen, und es steht in unserem Belieben den

einen oder den andern Fall hervorzubringen. Dafs das Gesetz der Gleichheit zwischen den beiden Kräften oder Formen von Kraft in der vertheilenden Wirkung eben so streng bei diesen Fällen aufrecht erhalten wird als in andern, ergiebt sich aus der früher (1173. 1174) angeführten Thatsache, dafs, wie stark auch die Luft in einem Gefäfse positiv geladen werden mochte, doch ein genau gleicher Betrag von negativer Kraft an der Innenfläche des Gefäfses selbst vorhanden war, denn es konnte kein Rückstand von der einen oder andern Kraft erhalten werden.

1444. Ich habe nirgends gesagt, noch folgt es, dafs die Luft nur da geladen sey, wo ein Lichtbüschel erscheint. Die Ladung kann sich jenseits der sichtbaren Theilchen ausdehnen, d. h. Theilchen rechts und links von den Lichtlinien mögen Elektricität erhalten; die Theilchen, welche leuchten, thun es nur, weil viel Elektricität von ihnen zu andern Theilchen übergeht (1437); gerade wie bei der Funken-Entladung das Licht um so stärker ist, als mehr Elektricität übergeht, obwohl es in keiner Beziehung steht zu der Menge, welche zum Beginn der Entladung erfordert wird (1370. 1420). Hienach ist die Gestalt eines Lichtbüschels keinesweges der Repräsentant der ganzen Menge von elektrisirter Luft; denn auch eine unsichtbare Portion, welche die sichtbare bis zu einer gewissen Tiefe überzieht, mag zugleich eine Ladung erhalten.

1445. Verschiedene Erscheinungen bei dem Salzsäuregas lassen mich glauben, dafs dieses Gas eine dunkle Entladung gestatte. Zugleich ist es aus der Theorie ganz klar, dafs in einigen Gasen das Umgekehrte stattfindet, d. h. dafs die Ladung der Luft sich nicht so weit wie das Licht erstreckt. Wir kennen das elektrische Licht noch zu wenig, um angeben zu können, worauf es beruht, und sehr möglich ist, dafs, wenn Elektricität in Luft ausbricht, deren sämmtliche Theile sich in einem Span-

nungszustand befinden, das Licht von den Theilchen entwickelt wird, welche nicht zu der Zeit wirklich eine Ladung empfangen, sondern dieser blofs sehr nahe sind.

1446. Je weiter ein Büschel sich in ein Gas erstreckt, desto weiter wird ohne Zweifel die Ladung oder Entladung vorwärts geführt; diefs mag nach den Gasen verschieden seyn, und doch die zum ersten Moment der Entladung erforderliche Intensität nicht in demselben, sondern in einem andern Verhältnifs variiren. So haben meine Versuche gezeigt, dafs Stickgas weit feinere und gröfsere Büschel giebt als Salzsäuregas (1458. 1462), während die zum Beginn der Entladung erforderliche Intensität bei dem letzteren Gase weit höher als bei dem ersten ist (1395). Hier zeigen sich also wieder, wie bei vielen anderen Qualitäten, specifische Unterschiede bei den verschiedenen gasigen Di-elektricis, zum Beweise der speciellen Relation dieser zu dem Act und den Phänomenen der Vertheilung.

1447. Um diese Betrachtungen über den Charakter und die Beschaffenheit des Büschels zu vollenden, mufs ich sagen, dafs er ein Funke gegen Luft ist, eine Ausbreitung elektrischer Kraft auf Materie, nicht durch Leitung, sondern durch Zerreifsungs-Entladung, ein verdünnter Funke, welcher, indem er zu sehr schlecht leitender Materie übergeht, häufig nur einen kleinen Antheil der in dem Leiter angehäuften Kraft entladet; denn da die geladene Luft auf den Leiter reagirt, während der Leiter, durch Verlust an Elektricität, in seiner Kraft abnimmt, so hört die Entladung rasch auf, bis, durch die Zerstreuung der geladenen Luft und die Erneuung der Erregungszustände auf dem Leiter, die Umstände wieder auf ihren ersten wirksamen Zustand gestiegen sind, um wieder eine Entladung zu veranlassen, und wieder zu fallen und zu steigen.

1448. Büschel und Funke gehen allmälig in einander über. Macht man durch eine gute Elektrisirma-

schine mit grofsem ersten Conductor eine kleine Kugel positiv und nähert ihr eine grofse unisolirte Entladungskugel, so kann man sehr schöne Uebergänge vom Funken zum Lichtbüschel erhalten. Die von Van Marum [1]), Harris [2]) und Anderen gelieferten Abbildungen langer und kräftiger Funken zeigen auch dieselben Erscheinungen an. Nach meinen Beobachtungen ist die Elektricität, wenn der Funke in Luft unter gewöhnlichem Druck büschelförmig geworden, nicht vollständig entladen, sondern nur theilweise, mehr oder weniger, je nach den Umständen; wogegen die Entladung vollkommen ist, sobald die Lichterscheinung auf ihrem ganzen Wege ein deutlicher Funke ist.

1449. Wenn ein elektrischer Büschel, von einem bis sechs Zoll Länge oder mehr, in freie Luft ausstrahlt, so hat er die Gestalt der Figur 3 Taf. I. Nähert man ihm aber eine Hand, eine Kugel oder irgend einen geknopften Leiter, so biegen sich die Enden der Ausstrahlung gegen diesen Körper und gegen einander, so dafs das Ganze, nach Umständen, Gestalten wie Fig. 5, 6, 7 Taf. I annimmt. Der Einflufs der Umstände ist hier in jedem einzelnen Fall leicht nachzuweisen, und ich würde sie hier beschreiben, schämte ich mich nicht, die Zeit der K. Gesellschaft mit so einleuchtenden Dingen in Anspruch zu nehmen. Wie schön erläutert indefs nicht die Krümmung der Verzweigungen die gekrümmte Form der Linien der vor der Entladung vorhandenen Vertheilungskraft! Denn die ersteren sind Folgen der letzteren, und nehmen ihren Weg bei jeder Entladung, wo die vorausgegangene inductive Spannung bis zu den geeigneten Grad gestiegen ist. Sie repräsentiren diese Curven gerade wie Eisenfeile die magnetischen Curven, und

1) Beschreibung der Teyler'schen Maschine, Vol. I p. 28, 32. Vol. II p. 226.

2) *Phil. Transact.* 1834, *p.* 243.

die sichtbaren Effecte sind bei beiden die Folgen der Wirkung der Kräfte *an den Orten*, *wo* die Effecte erscheinen. Diese Erscheinungen sind also abermalige und kräftige Zeugnisse (1216. 1230) zu Gunsten der aufgestellten Ansicht sowohl von der Vertheilung durch Dielektrica hin in krummen Linien (1231) als auch von der Seitenwirkung dieser Linien, welche durch eine Art von Repulsion die Divergenz oder, wie in den abgebildeten Gestalten, die Bauchung erzeugen.

1450. In Bezug auf die Theorie der Molecular-Vertheilungswirkung muſs ich hier noch anführen, daſs der lange büschelförmig verzweigte Funke, welcher zwischen einer kleinen Kugel auf dem positiven Conductor einer Elektrisirmaschine und einer gröſseren, etwas entfernten Kugel erhalten werden kann (1448), einen abermaligen Beleg für sie liefert. Wie schön erläutert nicht dieser Funke den vorausgehenden Zustand *aller* Theilchen des Di-elektricums zwischen den Entladungsflächen, und wie verschieden sind nicht die Erscheinungen von jeglichen, die aus der Theorie, welche die Vertheilung als eine Wirkung in die Ferne und nur in geraden Linien, so wie die Ladung als eine auf der Oberfläche der Leiter durch den bloſsen Druck der Atmosphäre zurückgehaltene Elektricität annimmt, hergeleitet werden könnten!

1451. In verdünnter Luft sind die Erscheinungen beim Lichtbüschel nach den Umständen sehr mannigfaltig und ungemein schön. Zuweilen erhält man einen Büschel von nur sechs bis sieben Zweigen, die breit und sehr leuchtend sind, eine Purpurfarbe haben und an einigen Stellen um einen Zoll und mehr auseinanderstehen. Durch eine Funken-Entladung am ersten Conductor (1455) lassen sich einzelne Büschel nach Belieben erhalten. Die Entladung unter der Form eines Büschels wird durch

Verdünnung der Luft auf dieselbe Weise und aus demselben Grunde begünstigt, als die Entladung unter der Funkenform (1375); allein in jedem Fall geht eine Vertheilung und Ladung durch das Di-elektricum hin, so wie eine Polarität der Theilchen voraus (1437), und die Vertheilung wird, wie in jedem andern Falle, abwechselnd durch die Maschine gehoben und durch die Entladung geschwächt. Bei gewissen Versuchen wurde die Luftverdünnung bis zum äufsersten Grad getrieben, und die einander gegenübergestellten leitenden Flächen möglichst nahe zusammengebracht, ohne dafs indefs ein Glimmen entstand. Die Büschel zogen sich dann in ihren Seitendimensionen zusammen, und folgten so rasch auf einander, dafs anscheinend ein continuirlicher Lichtbogen von Metall zu Metall gebildet ward. Indefs liefs sich doch die Entladung als intermittirend erkennen (1427), so dafs selbst unter diesen Umständen einem jeden Büschel eine Vertheilung vorausging, und der gespannte Polarisationszustand der an einander gränzenden Theilchen, war eine nothwendige Vorbereitung für die Entladung.

1452. Die Büschelform der Zerreifsungs-Entladung läfst sich nicht blofs in Luft und Gasen, sondern auch in einem weit dichteren Medium erhalten. Ich erzeugte sie in Terpentinöl an dem Ende eines Drahts, welches durch eine Glasröhre in das in einem Metallgefäfs enthaltene Oel ging. Der Büschel war indefs klein und sehr schwierig zu erhalten; die Verzweigungen waren einfach und ausgestreckt, sehr stark von einander divergirend. Das Licht war aufserordentlich schwach, seine Wahrnehmung erforderte ein völlig dunkles Zimmer. Wenn sich in der Flüssigkeit einige feste Theilchen, wie Staub oder Seide, befanden, wurden die Büschel mit weit gröfserer Leichtigkeit erzeugt.

1453. Das Zusammenlaufen oder Verschwimmen verschiedener Entladungslinien (1412) ist sehr schön an

dem Büschel in Luft zu sehen. Diese Erscheinung mag einige Schwierigkeit darbieten für Diejenigen, welche nicht gewohnt sind, in jeder Entladung eine gleiche Kraftäufserung in entgegengesetzten Richtungen zu erblicken, sondern einen positiven Büschel (vielleicht wegen des gewöhnlichen Ausdrucks: *Richtung eines Stroms*) eher als Anzeige des Ausbruchs der ursprünglichen Kraft in verschiedenen Richtungen betrachten, denn als eine Tendenz zur Convergenz und Einigung in Eine Linie des Durchgangs. Allein der gewöhnliche Fall des Büschels kann, zu seiner Erläuterung, verglichen werden mit dem, wo man den Knöchel dem höchst erregten Glase gegenüber hält und eine Entladung eintritt; es gehen dann die Zweige eines Büschels von dem Glase aus und convergiren an dem Knöchel zu einem Funken. Obwohl etwas schwierig, ist es doch möglich eine Entladung zu bekommen zwischen höchst erregten Schellack und dem erregten Glase einer Maschine; wenn die Entladung geschieht, so ist sie, vermöge der Natur der geladenen Körper, ein Büschel an jedem Ende und ein Funke in der Mitte, ein schönes Beispiel liefernd von der früher (1418) beschriebenen Tendenz der Entladung, gleiche Wirkung zu erleichtern.

1454. Der Büschel hat in verschiedenen Gasen *specifische Charaktere*, welches eine Relation zu den Theilchen dieser Körper anzeigt, selbst in stärkerem Grade als der Funke (1422. 1423). Diese Erscheinung steht im strengen Contrast mit der Einflufslosigkeit des Gebrauches verschiedener Substanzen als *Conductoren*, um an ihnen den Büschel hervorzubringen. Gebraucht man z. B. Holz, Karte, Holzkohle, Salpeter, Citronsäure, Kleesäure, Bleioxyd, Chlorblei, kohlensaures Kali, Aetzkali, starke Kalilösung, Vitriolöl, Schwefel, Schwefelantimon oder Hämatit, so zeigt sich in dem Charakter der erhaltenen Büschel keine Verschiedenheit, ausgenommen, dafs sie (was von dem Grade ihrer Leitungsfähigkeit abhängt)

[redacted]

die Entladung aus der Maschine mit gröfserer oder geringerer Leichtigkeit und Schnelligkeit bewirken [1]).

1455. Folgendes sind einige der Erscheinungen, die ich an positiv geladenen Flächen in verschiedenen Gasen unter verschiedenem Druck beobachtet habe. Die Verdünnung hatte im Allgemeinen in allen Gasen dieselbe Wirkung. Zuerst gingen Funken über, allmälig verwandelten diese sich in Büschel, welche breiter und deutlicher in ihren Verzweigungen wurden, bis endlich die letzteren, bei fernerer Verdünnung, anfingen zusammenzusinken und einander anzuziehen, einen Streifen (*stream*) bildend von einem Leiter zum andern; dann schossen einige Seitenstreifen von den Leitern zu den Glaswänden des Gefäfses aus, welche dick (*thick*, *flossy*) und weich im Ansehen waren, und ihnen folgte ein volles constantes Glimmen, welches den Entladungsdraht bedeckte. Die Erscheinungen veränderten sich mit der Gröfse des Gefäfses (1477), dem Grade der Verdünnung und der Elektricitäts-Entladung aus der Maschine. Wenn letztere in successiven Funken begriffen war, zeigten sie sich am schönsten. Die Wirkung eines Funkens aus einer kleinen Maschine war gleich und oft besser als die, welche die *constante* Entladung einer weit kräftigeren liefert.

1456. *Luft*. — Unter gewöhnlichem Druck sind in der Luft schöne positive Büschel von dem wohl bekannten Purpurlicht leicht zu erhalten. In verdünnter Luft sind die Verzweigungen sehr lang und die Kugel ausfüllend (1477), das Licht ist sehr stark und von schöner Purpurfarbe, zuweilen mit einem Stich in's Rosenrothe.

1) Ausnahme mufs natürlich von den Fällen gemacht werden, wo die Wurzel des Büschels ein Funke geworden ist, und daselbst eine kleine Fortschleuderung (Diffusion) und selbst Zersetzung bewirkt, dadurch denn an dieser Stelle mehr oder weniger von einer besondern Farbe erlangend.

1457. *Sauerstoff.* — Unter gewöhnlichem Druck ist der Büschel sehr dicht und zusammengedrückt, von matt weifslicher Farbe. In verdünntem Sauerstoff sind Gestalt und Ansehen besser, die Farbe etwas purpurn, doch alle Eigenschaften sehr ärmlich im Vergleich zu denen in der Luft.

1458. *Stickstoff* giebt an der positiven Fläche die Büschel weit leichter als irgend ein anderes von mir untersuchtes Gas; sie sind in Gestalt, Licht und Farbe fast immer schön, im verdünnten Stickgas sogar herrlich. Sie übertreffen, was entwickelte Lichtmenge betrifft, die Entladungen in jedem anderen Gase.

1459. *Wasserstoff*, unter gewöhnlichem Druck, giebt einen besseren Büschel als Sauerstoff, doch keinen solchen wie Stickstoff; die Farbe ist grünlich. In verdünntem Wasserstoff sind die Verzweigungen, was Gestalt und Deutlichkeit betrifft, sehr schön, aber blafs von Farbe; mit einem weichen, sammtartigen Ansehen, und gar nicht gleich denen in Stickstoff. Bei höchst verdünntem Zustand des Gases ist die Farbe des Licht sein blasses Graugrün.

1460. *Steinkohlengas.* — Die Büschel sind etwas schwierig zu erzeugen, darin einen grofsen Contrast mit denen im Stickstoff darstellend. Sie sind kurz und stark, gewöhnlich von grüner Farbe. Sie besitzen viel vom Charakter des Funkens; denn sie kommen an der positiven und negativen Fläche vor, und oft ist zwischen den beiden Büscheln ein dunkler Raum von einiger Länge, bis das kurze scharfe Geräusch eines Funkens sich hörbar macht, wie wenn die Entladung durch diefs Gas plötzlich geschähe. Im verdünnten Steinkohlengase sind die Formen besser, aber das Licht ist sehr schwach und die Farbe grau.

1461. *Kohlensäuregas* liefert unter gewöhnlichem Druck einen in Bezug auf Gröfse, Licht und Farbe sehr ärmlichen Büschel, was wahrscheinlich zusammenhängt

mit der Neigung dieses Gases die Elektricität in Funkenform zu entladen (1422). In verdünntem Kohlensäuregase ist der Büschel besser von Gestalt, doch schwächer an Licht, und von matt grünlicher oder purpurrother Farbe, verschieden nach Druck und anderen Umständen.

1462. *Salzsäuregas.* — Unter gewöhnlichem Druck hält es sehr schwer einen Büschel in diesem Gase zu bekommen. Bei allmäliger Vergröfserung des Abstandes zwischen den zugerundeten Enden, verschwinden die Funken plötzlich, wenn der Abstand ungefähr einen Zoll beträgt, und die dann noch durch das Gas in der Kugel stattfindende Entladung ist eine ruhige und dunkle. Hin und wieder ist zwar auf wenige Augenblicke ein kurzer Büschel zu erhalten; allein er verschwindet wiederum schnell. Selbst bei Anwendung eines intermittirenden Funkenstroms aus der Maschine (1455) konnte ich nur schwierig einen Büschel erhalten, und zwar einen sehr kurzen, obwohl ich Stäbe mit zugerundeten Enden (von etwa 0,25 Zoll Durchmesser) anwandte, die in Luft und Stickgas mit gröfster Leichtigkeit einen gegeben hatten. Während der Zeit dieser Schwierigkeit mit dem Salzsäuregas gingen prachtvolle Büschel von verschiedenen Stellen der Maschine in die umgebende Luft über. Beim Verdünnen des Gases ward die Bildung des Büschels erleichtert; allein gewöhnlich war er doch von kleiner untersetzter Gestalt, sehr arm an Licht und sehr ähnlich an beiden Flächen, der positiven und negativen. Bei noch gröfserer Verdünnung des Gases wurden einige wenige grofse Verzweigungen von blafsbläulicher Farbe erhalten, die denen im Stickgas äufserst ungleich waren.

1463. In allen Gasen können die verschiedenen Formen der Zerreifsungs-Entladung mit einander verknüpft und allmälig von einem Extrem bis zum andern, d. h. vom Funken bis zum Glimmen (1405) oder vielleicht bis zu einem anderweitigen Zustand der dunkeln Entladung,

in einander verfolgt werden; allein dessungeachtet ist es sehr überraschend zu sehen, was für einen specifischen Charakter eine jede, unter der Herrschaft eines allgemeinen Gesetzes, annimmt. So ist im Salzsäuregas der Funke sehr schwer zu erhalten, und an seine Stelle tritt fast eine dunkle Entladung, theilnehmend an der Leichtigkeit der Funkenwirkung. Ueberdiefs habe ich in Salzsäure niemals den Funken mit einem dunkeln Zwischenraum darin beobachtet. In Stickgas ändert der Funke leicht seinen Charakter in den des Büschels um. Das Kohlensäuregas gewährt eine Funken-Entladung mit Leichtigkeit, während es durch Schwierigkeit der Büschelbildung vom Stickgas, und durch Leichtigkeit, den Funken zu unterhalten vom Salzsäuregas verschieden ist. Diese Verschiedenheit bekräftigt erstens die über den Funken in verschiedenen Gasen (1422. 1423) schon gemachten Beobachtungen, und dann die daraus herleitbaren Beweise über die Relation der elektrischen Kräfte zu den Körpertheilchen.

1464. Die Eigenthümlichkeiten des Stickgases in Bezug auf elektrische Entladungen (1422. 1458) äufsern offenbar einen wichtigen Einflufs auf die Gestalt und selbst auf das Erscheinen der Blitze. Denn dieses Gas, welches am leichtesten Verästelungen (*Coruscations*) erzeugt, und dadurch die Entladung in weit gröfsere Ferne verpflanzt als irgend ein anderes untersuchtes Gas, macht auch bekanntlich vier Fünftel unserer Atmosphäre aus. Und da bei den atmosphärisch-elektrischen Erscheinungen die eine und zuweilen beide Vertheilungskräfte sich in den Lufttheilchen aufhalten, welche, obwohl in ihrer Leitungsfähigkeit wahrscheinlich durch die Wassertheilchen abgeändert, doch nicht als gute Leiter betrachtet werden können, so hat die Eigenthümlichkeit des Stickstoffs, Entladungen unter der Gestalt von Büscheln und Verästlungen zu veranlassen und zu bewirken, vermuthlich eine wichtige Beziehung zu seinem elek-

trischen Dienst in der Natur, indem es die Beschaffenheit einer eintretenden Entladung am bedeutendsten abändert. Die Entladung aus und durch Gase bildet einen der wichtigsten Gegenstände der Elektricitätslehre, der schon allein in Bezug auf atmosphärische Elektricität die ausgedehnteste und wichtigste Untersuchung verlangt.

Verschiedenheit der Entladung an der positiven und negativen leitenden Fläche.

1465. Ich vermied, mehr als es nöthig war, von dieser wohlbekannten Erscheinung zu sprechen, um Alles, was ich über dieselbe zu sagen habe, hier zusammenzufassen. Bei der Büschel-Entladung in Luft an der positiven und negativen Fläche zeigt sich ein sehr auffallender Unterschied, dessen volles Verständnifs unzweifelhaft von gröfster Wichtigkeit für die Elektricitätslehre seyn würde.

1466. Diesen Unterschied bezeichnete man früher so, dafs man sagte, eine positiv geladene Spitze gäbe Büschel in der Luft, eine negativ geladene einen Stern. Diefs ist jedoch nur wahr für schlechte Leiter oder für metallische Leiter, die intermittirend geladen oder sonst durch Seiten-Vertheilung afficirt werden. Wenn Metallspitzen frei in die Luft hineinragen, ist das positive und negative Licht auf ihnen sehr wenig im Ansehen verschieden, und der Unterschied läfst sich nur bei genauer Untersuchung wahrnehmen.

1467. Die Erscheinungen sind nach den Umständen sehr verschieden, lassen sich indefs wohl so angeben: Wenn ein Metalldraht mit rundem Ende in freier Luft zur Bildung der Büschel-Entladung gebraucht wird, so sind die Büschel, bei negativer Ladung des Drahts, sehr ärmlich und klein in Vergleich zu denen bei positiver Ladung; oder wenn eine grofse, mit der Elektrisirmaschine verbundene Metallkugel *positiv* geladen und

ihr eine feine unisolirte Spitze allmälig genähert wird, so erscheint an dieser, so lange sie in beträchtlichem Abstande ist, ein Stern, der, obwohl heller werdend, seine Gestalt nicht ändert, bis er dicht an die Kugel gekommen; ist dagegen die Kugel *negativ* geladen, so erscheint, bei bedeutendem Abstand der Spitze, an dieser ebenfalls ein Stern, wie zuvor; allein bei gröfserer Annäherung (bei mir bis zum Abstande von 1,5 Zoll) bildet sich an der Spitze ein Büschel, der sich bis zur negativen Kugel ausdehnt, und noch näher (bei 0",125 Abstand) hört der Büschel auf, und es schlagen Funken über. Diefs möchte die ganze Reihe von Verschiedenheiten einschliefsen und zugleich zeigen, dafs die negative Fläche ihren Entladungscharakter unverändert behält, während die positive Fläche unter ähnlichen Umständen eine grofse Mannigfaltigkeit darbietet.

1468. Bei dem Charakter der negativen Entladung in die Luft giebt es mehr beachtenswerthe Punkte. Ein Metallstab von 0,3 Zoll Durchmesser und zugerundetem, in die Luft hineinragenden Ende, gab bei negativer Ladung einen kurzen lauten Büschel (Fig. 8 Taf. I). Sowohl durch das Auge (1427. 1428), als durch das Ohr (1431) wurde ermittelt, dafs die successiven Entladungen sehr rasch auf einander folgten, indem in gleicher Zeit sieben bis acht Mal mehr eintraten als bei positiver Ladung des Stabes zu gleichem Grade. Bei positiver Ladung des Stabes war es leicht durch etwas schnelleres Drehen der Maschine den Büschel in ein Glimmen (1405. 1463) zu verwandeln; allein bei negativer Ladung liefs sich die Umwandlung durchaus nicht bewirken. Selbst wenn man die Hand gegen den Draht hielt, war der Erfolg nur der, dafs die Anzahl der Büschel-Entladungen in gegebener Zeit vergröfsert und zugleich der Ton erhöht wurde.

1469. Eine Spitze gegenüber dem negativen Büschel zeigte einen Stern, und bei gröfserer Annäherung

[redacted]

bewirkte sie erstlich eine Abnahme des negativen Büschels in Gestalt und Geräusch, und zuletzt ein gänzliches Aufhören desselben, so dafs das negative Ende ruhig und finster ward, doch noch zu entladen fortfuhr.

1470. Wurde das zugerundete Ende eines dünneren Drahts (Fig. 9 Taf. I) dem negativen Büschel genähert, so zeigte es (durch Vertheilung positiv geworden) bei 8 Zoll Abstand ein ruhiges Glimmen, während der negative Büschel fortbestand. Mehr genähert, erhöhte sich das Geräusch des negativen Büschels, eine schnellere Intermittenz anzeigend (1431); noch näher, sandte das positive Ende Verästelungen und deutliche Büschel aus, und zugleich zog sich der negative Büschel in seinen Seiten-Richtungen zusammen, eine eigenthümliche schmale, längliche Gestalt, wie ein Haarpinsel, annehmend; die beiden Büschel waren gleichzeitig vorhanden, doch sehr verschieden in ihrer Gestalt und ihrem Ansehen, besonders darin, dafs die negativen Entladungen weit rascher erfolgten als die positiven. Als zu demselben Versuch ein kleinerer positiver Draht gebraucht ward, erschien auf ihm zuerst ein Glimmen und dann ein Büschel, während zugleich der negative Büschel afficirt wurde. Bei Einem Abstande wurden beide aufserordentlich gleich im Ansehen, und die Töne kamen, glaube ich, in Einklang; jedenfalls waren sie in Harmonie, so dafs die Intermittenzen entweder isochron waren oder in einem einfachen Verhältnifs zu einander standen. Bei stärkerer Wirkung der Maschine, sonst aber ungeänderten Drähten, ward die negative Fläche dunkel und ruhig, und an der positiven erschien ein Glimmen. Eine noch stärkere Wirkung verwandelte das letztere in einen Funken. Noch dünnere positive Drähte gaben andere Veränderungen dieser Erscheinung.

1471. Nun wurde ein dünnerer Stab mit dem negativen Conductor anstatt des dickeren (1468) verbunden, und dessen Ende wurde nach und nach in eine

...

stumpfe Spitze, wie in Fig. 10 Taf. I, verwandelt; es war niedlich dabei zu beobachten, dafs, ungeachtet der Veränderung des Büschels, im Allgemeinen dieselbe Ordnung von Erscheinungen erzeugt wärd. Das Ende gab einen kleinen knisternden (*sonorous*) negativen Büschel, welcher bei Annäherung der Hand oder einer grofsen leitenden Fläche sich nicht änderte, so lange diese nicht so nahe war, dafs ein Funke entstand. Eine feine Spitze ihm gegenübergestellt, ward in einigem Abstand leuchtend; näher heran, zerstörte sie nicht das Licht und das Geräusch des negativen Büschels, sondern es suchte sich nur auf ihr selbst ein Büschel zu erzeugen, welcher, bei noch gröfserer Nähe, in einen die beiden Flächen vereinigenden Funken überging.

1472. Wenn negative und positive Büschel gleichzeitig und in Bezug auf einander in Luft gebildet werden, hat der erstere immer eine zusammengezogene Gestalt, wie in Fig. 11 Taf. I, sehr ähnlich der, welche der positive Büschel besitzt, wenn von seitwärts her positive Theile durch Vertheilung auf ihn wirken. So hat ein Büschel, der von der Spitze eines einspringenden Winkels am positiven Conductor erscheint, dieselbe gedrungene Form (Fig. 12 Taf. I).

1473. Der Charakter des negativen Büschels wird nicht durch die chemische Natur der Leiter abgeändert, sondern nur durch deren Grad von Leitungsfähigkeit.

1474. Verdünnung der gemeinen Luft um eine negative Kugel oder stumpfe Spitze erleichtert die Entwicklung des negativen Büschels, mehr, glaube ich, als die des positiven, obwohl die von beiden bedeutend. Ausgedehnte Verästelungen lassen sich erhalten aus einem negativ elektrisirten Knopf oder Ende gegen die Platte der Luftpumpe, auf welcher die, den Knopf oder das Ende enthaltende Flasche steht.

1475. Eine sehr wichtige Veränderung in den relativen Gestalten und Beschaffenheiten des positiven und ne-

negativen Büschels erfolgt, wenn man mit dem Di-elektricum, in welchem sie gebildet werden, wechselt. Die Verschiedenheit ist so grofs, dafs sie auf eine specifische Relation dieser Entladungsform zu dem besonderen Gase, worin sie stattfindet, hindeutet, und der Ansicht widerspricht, als seyen die Gase blofs Hindernisse für die Entladung, die einander gleich und blofs im Verhältnisse zu deren Druck wirkten. (1377.)

1476. In *Luft* ist bekanntlich der positive Büschel der überwiegende (1467. 1472). In *Stickgas* ist er eben so grofs und selbst gröfser als in Luft (1458). In *Wasserstoff* verliert der positive Büschel etwas von seiner Ueberlegenheit, indem er nicht so gut als in Stickgas und Luft ist, während der negative Büschel nicht beeinträchtigt erscheint (1459). In *Sauerstoff* ist der positive Büschel gedrungen und ärmlich (1457), während der negative nicht verschlechtert scheint; beide sind so gleich, dafs das Auge sie häufig nicht von einander unterscheiden kann, und diese Gleichheit bleibt bei allmäliger Verdünnung der Luft. Im *Steinkohlengas* sind die Büschel im Vergleich zum Stickgas (1460) schwierig hervorzubringen, und der positive ist nicht viel ausgezeichneter als der negative, weder bei gewöhnlichem noch bei niedrigem Druck. In *Kohlensäuregas* findet diese Annäherung im Charakter ebenfalls statt. In *Salzsäuregas* ist der positive Büschel sehr wenig besser als der negative, und beide sind, im Vergleich mit der Leichtigkeit in Stickstoff und Luft, schwierig zu erzeugen (1462).

1477. Diese Versuche wurden mit Messingstäben von etwa einem Viertelzoll Dicke und zugerundeten Enden angestellt, und die Enden standen in einer, das zu untersuchende Gas enthaltenden Glaskugel von 7 Zoll Durchmesser einander gegenüber. Der mit der Elektrisirmaschine verbundene Stab wurde, mittelst dieser, bald positiv, bald negativ elektrisirt.

1478. So sehen wir denn, dafs, ungeachtet im Allgemeinen die Ueberlegenheit des positiven Büschels über den negativen, verschieden ist, diese Verschiedenheit im Stickgas und in der Luft ihr Maximum erreicht, während sie im Kohlensäure-, Salzsäure-, Steinkohlen- und Sauerstoffgas geringer ist, und beim letzteren fast ganz verschwindet. Diese Erscheinungen, wie alle übrigen bisher untersuchten, sprechen also für die Ansicht, welche die Resultate auf eine directe Relation der elektrischen Kräfte zu den Theilchen des in der Wirkung begriffenen Körpers bezieht (1421. 1423. 1463). Selbst wenn specielle Erscheinungen unter der Operation des allgemeinen Gesetzes entstehen, scheint die angenommene Theorie vollkommen für sie ausreichend.

1479. Ehe ich weiter schreite, die wahrscheinliche Ursache des Unterschiedes der positiven und negativen Büschel-Entladung zu ermitteln, wünsche ich die Resultate einiger, schon vorbereiteter Versuche kennen zu lernen, und da, glaube ich, diese Reihe von Untersuchungen bereits lang genug ist, so werde ich sie hier beschliefsen, hoffend, in einigen Wochen meine Forschung erneuen und mein Pfand (1306) vollständig einlösen zu können.

[redacted]

II. *Beobachtungen über chemische Veränderungen, welche Salpetersäure, Weingeist und Aether unter dem gedoppelten Einflusse des Volta'schen Stromes und des Platins erleiden; von C. F. Schönbein.*

Es ist eine schon ziemlich lang bekannte Thatsache, dafs das Zersetzungsverhalten der in den Volta'schen Kreis gestellten Salpetersäure von ihrem Concentrationsgrade abhängig ist. Sehr starke Säure gestattet nicht, dafs an dem in sie eintauchenden negativen Poldrahte Wasserstoff frei werde, indem dieses, durch den Strom aus dem Wasser geschiedene Element mit einem Theile des Sauerstoffs der Salpetersäure sich vereinigt, letztere dadurch in salpetrichte Säure umwandelnd; während eine verdünntere Säure an den Elektroden Sauerstoff und Wasserstoff in dem Verhältnifs auftreten läfst, in welchem diese Stoffe Wasser bilden. Es scheint aber bis jetzt der Beobachtung entgangen zu seyn, dafs selbst bei Anwendung der allerstärksten Säure dennoch einige Augenblicke lang eine Gasentwicklung am negativen Pole stattfindet. Diese häufig von mir beobachtete Erscheinung war es, welche mich veranlafste, die Salpetersäure in Bezug auf deren Verhalten zum Volta'schen Strom einer genaueren Untersuchung zu unterwerfen und möglichst scharf die Umstände zu bestimmen, von welchen die Verschiedenheit der chemischen Wirkung der Säule auf besagte Flüssigkeit abhängig ist. Die aus meinen Versuchen hervorgegangenen Resultate sind von so eigenthümlicher Art, dafs sie mir der Veröffentlichung werth zu seyn scheinen. Ehe ich dieselben darlege, bemerke ich, dafs die von mir bei dieser Untersuchung gebrauchte Volta'sche Vorrichtung eine aus 16 kleinen Elementen

bestehende Bechersäule war, in der Art eingerichtet, dafs vermittelst einer Walze die Plattenpaare beliebig tief in die excitirende Flüssigkeit eingetaucht, also nach Willkühr stärkere oder schwächere Ströme erhalten werden konnten.

Wird reine Salpetersäure von 1,49 durch einen Platindraht mit dem positiven Pol der eben erwähnten Säule verbunden, und führt man einen mit dem negativen Pole vereinigten Draht des gleichen Metalles in die Säure ein, so entwickelt sich, wie bereits bemerkt, an diesem im Momente des Eintauchens eine gasförmige Substanz, die ohne Zweifel Wasserstoff ist. Diese Erscheinung dauert aber höchstens eine Secunde lang an. Wird besagte Säure dem Volumen nach zur Hälfte mit Wasser verdünnt, so findet unter den vorhin angegebenen Umständen die Gasentwicklung an der negativen Elektrode während zwei bis drei Secunden statt; in einem Gemische aus gleichen Raumtheilen Säure und Wasser bestehend, währt die Gasentwicklung wenigstens eine halbe Minute hindurch, und enthält die Säure auf ihr eigenes Volumen zwei Raumtheile Wassers, so hört die Entwicklung des Wasserstoffgases am negativen Poldraht nie freiwillig auf, sondern dauert ohne Unterbrechung fort, so lange ein Strom durch die Säure geht. Ich mufs hier schon die Bemerkung machen, dafs die Dicke des negativen Poldrahtes einen merklichen Einflufs ausübt auf die Dauer der an ihm stattfindenden Gasentbindung, und zwar in der Weise, dafs jene um so kürzer ausfällt, je gröfser der Durchmesser des Platindrahts ist. Es wird aus weiter unten stehenden Angaben erhellen, dafs ebenfalls der Cohärenzzustand des Platins, das als negative Elektrode dient, sehr bestimmend auf das Resultat einwirkt, wie auch die Stärke des Stromes, der bei dem Versuche in Anwendung gebracht wird.

Bedient man sich nun einer Säure als Versuchsflüssigkeit, die einen solchen Concentrationsgrad besitzt, dafs

ıerhalb derselben die Wasserstoffgas-Entbindung an r negativen (aus einem etwa eine halbe Linie dicken ıtindraht bestehenden) Elektrode früher oder später n selbst aufhört, so kann man den Platindraht, be- ımmt als negativer Pol zu dienen, durch verschiedene ittel in einen solchen Zustand versetzen, dafs an dem- ben (dem Drahte) gar keine Gasentwicklung statt- det. Ich will diese eigenthümliche Beschaffenheit des ahtes seinen aufserordentlichen Zustand nennen.

Diese Mittel sind:

1) Verbindung der Poldrähte vor ihrer Einführung in die Säure. Wird der negative Poldraht, ehe man ihn in die Versuchsflüssigkeit bringt, mit dem in letztere schon eintauchenden positiven Poldraht in Berührung gesetzt, in diesem Zustande selbst in die Säure eingeführt und, in dieser angelangt, von der positiven Elektrode entfernt, so entwickelt sich an ihm kein Gas. Ich mufs indessen bemerken, dafs dieser Effect nicht mehr erhalten wird, wenn man eine Versuchsflüssigkeit anwendet, die aus ei- nem Volum Salpetersäure von 1,49 und einem Vo- lum Wasser besteht.

2) Glühen oder starkes Erhitzen des zum Eintauchen in die Säure bestimmten Endes der negativen Elek- trode.

   Taucht der positive Poldraht bereits in die Flüssigkeit ein und erhitzt man bis zum Glühen das freie Ende des negativen Poldrahtes, so wird an diesem bei seinem Eintreten in die Säure kein Gas sich entbinden.

3) Uebertragung.

Die merkwürdigste und auffallendste Weise, dem ıtindraht, als negativer Elektrode, die Fähigkeit zu ıehmen, innerhalb der Salpetersäure Wasserstoffgas sich entwickeln zu lassen, ist unstreitig diejenige, wel- e in dem Uebertragen des aufsergewöhnlichen Zustan-

des von einem Drahte auf den andern zu bestehen scheint. Tauchen beide Poldrähte in die Versuchsflüssigkeit ein, und entwickelt sich an dem negativen kein Gas, so kann ein zweiter Draht, der an einem seiner Enden mit dem negativen Pole communicirt, in die Säure eingeführt werden, ohne dafs hiedurch eine Gasentwicklung verursacht würde. Der aufserordentliche Zustand dieses zweiten Drahtes dauert aber nicht etwa nur so lange an, als der ursprüngliche negative Poldraht mit der Säule verbunden bleibt, sondern jener währt auch dann noch fort, wenn dieser aufserhalb des Volta'schen Kreises gebracht worden ist. Es wird wohl kaum der Erwähnung bedürfen, dafs von dem zweiten Drahte der eigenthümliche Zustand auf einen dritten, von diesem auf einen vierten etc. übertragen werden kann, vorausgesetzt, dafs der Versuch unter den vorhin angegebenen Umständen angestellt werde. Auch werde ich nicht ausdrücklich anzuführen nöthig haben, dafs es hinsichtlich des Resultates vollkommen gleichgültig ist, auf welche Weise im ursprünglichen negativen Poldrahte der aufserordentliche Zustand hervorgerufen worden ist.

Hat nun ein Platindraht die Fähigkeit verloren, als negative Elektrode Wasserstoff an sich entwickeln zu lassen, so kann ihm dieses Vermögen durch verschiedene Mittel wiedergegeben werden.

Die einfachste Art diesen Zweck zu erreichen, besteht darin, dafs man den Draht aus der Flüssigkeit herausnimmt und in die Luft hält. Je stärker die Säure ist, innerhalb welcher der Draht sich im aufserordentlichen Zustande befunden, um so länger mufs jener (der Draht) in der Luft liegen, damit er bei seinem Wiedereintauchen in die Säure und seiner Verbindung mit der Säule die Wasserstoffgas-Entwicklung wieder an sich gestatte. Dient als Versuchsflüssigkeit ein Gemisch, aus einem Raumtheil Salpetersäure von 1,49 und einem Volumen Wassers bestehend, so braucht der Draht, um

seinen aufserordentlichen Zustand zu verlieren, nur einen Augenblick aus der Säure entfernt zu werden. Ja bei Anwendung des eben erwähnten Gemisches ist das Wegnehmen des Drahtes aus der Flüssigkeit gar nicht einmal nothwendig; es reicht hin, auf irgend eine beliebige Weise das Kreisen des Stromes durch denselben (den Draht) nur für wenige Augenblicke zu unterbrechen. In gegebenen Fällen (siehe weiter unten) läfst sich der aufserordentliche Zustand sogar durch blofse Erschütterung des Drahtes aufheben, während derselbe als negative Elektrode dient und in die Versuchsflüssigkeit eintaucht.

Nach Angabe der allgemeinen von mir erhaltenen Resultate will ich noch einige Versuche näher beschreiben, welche ich mit Salpetersäure von 1,35 und mit wäfsrigen Verdünnungen derselben angestellt habe.

Erster Versuch. Als Versuchsflüssigkeit diente Salpetersäure von 1,35. Ein Platindraht von einer halben Linie Dicke tritt freiwillig in den aufserordentlichen Zustand, nachdem er 5'' als negative Elektrode functionirt hat. Der gleiche Zustand läfst sich in einem solchen Platindraht durch die weiter oben unter 1), 2) und 3) angeführten Mittel hervorbringen. Nachdem der Draht in seiner aufsergewöhnlichen Beschaffenheit einige Zeit als negative Elektrode gedient hat, erscheinen an demselben einige Bläschen, welche jedoch nur von der Zersetzung der um den Draht sich anhäufenden salpetrichten Säure und nicht von Wasserstoff herzurühren scheinen. Ist das zum Eintauchen in die Säure bestimmte Ende des negativen Poldrahtes schwammförmiges Platin, so entwickelt sich an letzterem eben so wenig im Augenblicke seines Eingeführtwerdens in die Säure, als späterhin auch nur eine Spur von Gas.

Zweiter Versuch. Versuchsflüssigkeit = 3 Volumen Salpetersäure von 1,35 + 1 Volumen Wassers. Der Platindraht tritt als negative Elektrode nicht mehr frei-

willig in den aufserordentlichen Zustand; auch kann letzterer nicht hervorgerufen werden durch das oben unter 1) angegebene Mittel, wohl aber durch Glühen und Mittheilung. Der im aufserordentlichen Zustand befindliche Draht braucht nur innerhalb der Flüssigkeit erschüttert oder bewegt zu werden, um dauernd seine gewöhnliche Beschaffenheit anzunehmen, der gleiche Zweck wird erreicht, indem man für wenige Augenblicke das Platin aufserhalb des Volta'schen Kreises bringt. Schwammförmiges Platin als negative Elektrode gebraucht, verhindert jede Gasentwicklung, ohne hiezu der Erwärmung oder der anderen Mittel zu bedürfen, wodurch im drahtförmigen Metalle der aufserordentliche Zustand hervorgebracht wird.

Dritter Versuch. Versuchsflüssigheit =3 Vol. Salpetersäure von 1,35+2 Vol. Wassers. Unter diesen Umständen verhält sich alles wie beim zweiten Versuch, nur mit dem Unterschied, dafs wenn ein compacter Platindraht durch Glühen oder Mittheilung in den aufserordentlichen Zustand versetzt werden soll, derselbe (der Draht) an demjenigen seiner Enden, das zum Eintauchen in die Säure bestimmt ist, zu einem Knäuel aufgewunden seyn mufs. Auch ist zur Erreichung besagten Zweckes nöthig, dafs mit dem knäuelförmigen erhitzten Ende die Säule geschlossen ward; denn läfst man dasselbe erst in die Säure eintauchen und verbindet dann das andere gewöhnliche Drahtende mit dem negativen Pol, so tritt Gasentwicklung, wie an einem gewöhnlichen Drahte, ein. Schwammförmiges Platin bedarf weder Erwärmung noch irgend eines anderen Mittels, um die Entbindung des Wasserstoffs gleich von Anfang an zu verhindern.

Vierter Versuch. Versuchsflüssigkeit =1 Vol. Salpetersäure +1 Vol. Wassers. Schwammförmiges Platin mufs, ehe es zur negativen Elektrode gemacht wird, bis zum Glühen erhitzt werden, damit es die Wasserstoff-

gas-Entwicklung verhindere. Ist dasselbe mit der Versuchssäure befeuchtet, so bedarf es, um in den aufserordentlichen Zustand zu treten, nur einer mäfsigen Erwärmung. Einfachem Platindraht läfst sich unter gar keinerlei Umständen das Vermögen ertheilen, das Freiwerden des Wasserstoffs zu hemmen. Rollt man aber etwa die Hälfte eines 10 Zoll langen und eine halbe Linie dicken Platindrahtes zu einem Knäuel auf, der ungefähr die Gröfse einer kleinen Haselnufs hat, führt diesen Knäuel in die Säure ein, während man das andere einfache Ende des Drahtes mit dem negativen Pole der Säule in Verbindung setzt, so wird der Knäuel in den aufserordentlichen Zustand treten, falls das schwammförmige Ende eines andern, ebenfalls mit dem negativen Pole verbundenen und im aufserordentlichen Zustande sich befindenden Platindrahtes in die Säure eintaucht. Man kann letzteren aus dem Volta'schen Kreise entfernen, ohne dafs nachher an dem knäuelförmigen Drahte Gasentwicklung einträte. Eine etwas heftige Erschütterung desselben oder nur augenblickliche Entfernung aus der Flüssigkeit verursacht an ihm Gasentbindung.

Fünfter Versuch. Versuchsflüssigkeit =3 Vol. Salpetersäure von 1,35+4 Vol. Wassers. Das schwammförmige Platin verhält sich eben so, wie in dem voranstehenden Versuche angegeben; knäuelförmiger Platindraht eben so wenig als einfacher läfst sich auf irgend eine Weise in den aufserordentlichen Zustand versetzen. Hat das schwammförmige Platin in seiner ungewöhnlichen Beschaffenheit irgend eine beliebige Zeit als negative Elektrode functionirt, so kann es wieder in seinen gewöhnlichen Zustand zurückgeführt werden, dadurch, dafs man es einige Minuten in die Luft legt. Der gleiche Zweck wird erreicht, wenn man es zur positiven Elektrode macht, und diese Rolle so lange spielen läfst, bis an ihm Sauerstoffbläschen auftreten. Wird nun der Platinschwamm abermals zur negativen Elektrode gemacht,

[redacted]

so dauert es nicht lange, bis an ihm die Wasserstoffgas-Entbindung beginnt. Es verdient hier die Thatsache bemerkt zu werden, dafs an dem schwammförmigen Platin, nachdem dasselbe auch nur wenige Minuten als negative Elektrode gedient hat, nicht alsobald Sauerstoff an sich auftreten läfst, als es die Function der positiven Elektrode übernimmt. Ehe diese Erscheinung eintritt, vergehen oft 20 bis 30 Secunden. Hat umgekehrt der Platinschwamm einige Zeit die Rolle der positiven Elektrode gespielt, und wird derselbe nun zur negativen gemacht, so verfliefst ebenfalls ein merklicher Zeitraum, ehe sich Wasserstoffgasblasen an dem Metalle zeigen. Die beiden zuletzt angeführten Thatsachen hängen ohne Zweifel auf's Genaueste mit denjenigen Erscheinungen zusammen, welche von mir neulich in mehreren Abhandlungen besprochen worden sind, und welche man sehr uneigentlich Polarisationsphänomene nennt. Bei einem andern Anlafs werde ich auf diesen Gegenstand wieder zurückkommen.

Sechster Versuch. Versuchsflüssigkeit = 3 Vol. Salpetersäure von 1,35 + 5 Vol. Wassers. Alles wie im voranstehenden Versuch; ich habe jedoch zu bemerken, dafs mit dem Platinschwamm, indem er in die Säure eintaucht, die Säule geschlossen werden mufs, damit das Metall in seinen aufserordentlichen Zustand versetzt werde; denn führt man das glühende (schwammförmige) Ende erst in die Flüssigkeit ein und schliefst hierauf erst mit dem andern Ende des Drahtes den Volta'schen Kreis: so tritt an dem Platinschwamm Wasserstoffgas-Entbindung ein. Die gleiche Bemerkung findet ihre Anwendung auch auf den vorigen Versuch.

Siebenter Versuch. Versuchsflüssigkeit = 1 Vol. Salpetersäure von 1,35 + 2 Vol. Wassers. Alles verhält sich wie im vorhergehenden Versuch, mit dem Unterschiede jedoch, dafs der aufserordentliche Zustand, durch Glühen hervorgerufen, nicht so vollkommen ist, als der-

jenige, verursacht durch Erwärmung des mit Säure befeuchteten Platinschwammes.

Achter Versuch. Versuchsflüssigkeit =3 Vol. Salpetersäure von 1,35+7 Vol. Wassers. Es gelingt in der Mehrzahl der Fälle nicht, das schwammförmige Platin durch Glühen in den aufserordentlichen Zustand zu versetzen. Gewöhnlich fängt schon wenige Secunden nach erfolgtem Eintauchen in die Säure die Gasentwicklung an; indessen scheint die entbundene Wasserstoffmenge derjenigen des am positiven Pole frei gewordenen Sauerstoffs bei weitem nicht stöchiometrisch proportional zu seyn. Durch Befeuchtung des Platinschwamms mit Säure und darauf folgender starker Erwärmung derselben läfst sich der aufserordentliche Zustand leichter und vollkommener hervorrufen als durch Glühen.

Neunter Versuch. Versuchsflüssigkeit =3 Vol. Salpetersäure von 1,35+8 Vol. Wassers. Durch starkes Erwärmen des mit Säure benetzten Platinschwamms läfst sich in diesem der ungewöhnliche Zustand bis zu dem Grade hervorrufen, dafs sich im Verhältnifs zum Sauerstoff nur wenig Wasserstoff entbindet. Wird die Säule mit dem glühenden (zum Eintauchen bestimmten) schwammförmigen Ende geschlossen, so verlaufen einige Secunden, bis die Wasserstoffgas-Entwickelung an demselben beginnt; ist sie eingetreten, so hört sie wieder nach 5 bis 6 Secunden Dauer auf, um aber nach einigen Augenblicken wieder zu beginnen und keine weiteren Unterbrechungen zu erleiden.

Zehnter Versuch. Versuchsflüssigkeit =1 Vol. Salpetersäure von 1,35+3 Vol. Wassers. Wird die Säule mit glühendem Platinschwamm geschlossen, so vergehen etwa 6 Secunden, ehe die Wasserstoffgas-Entwicklung an ihm beginnt; ist sie einmal eingetreten, so erleidet dieselbe keine weitere Unterbrechung. Durch vorangegangene Erwärmung des mit Säure benetzten Platinschwamms kann zwar die Lebhaftigkeit der Wasserstoff-

Entbindung merklich vermindert, letztere aber nie gänzlich aufgehoben werden.

Elfter Versuch. Versuchsflüssigkeit = 1 Vol. Salpetersäure von 1,35 + 4 Vol. Wassers. In Bezug auf den glühenden Platinschwamm gilt das, was in Voranstehendem gesagt ist. Erwärmt man das mit Säure benetzte schwammförmige Platin, so tritt, wenn mit ihm die Säule geschlossen wird, Gasentwicklung ein, die aber nur wenige Augenblicke währt; nach Verfluſs einiger weiteren Secunden fängt auf's Neue die Gasentbindung an, ohne wieder aufzuhören. Versuche mit noch verdünnterer Salpetersäure anzustellen, habe ich nicht für nothwendig erachtet, da in den beiden zuletzt angeführten Fällen die Zersetzungserscheinungen so gut als normal sich verhielten.

Ehe ich weiter gehe, muſs ich noch die nicht ganz unwichtige Bemerkung machen, daſs die oben erwähnten Resultate nur dann erhalten werden können, wenn der bei den Versuchen in Anwendung gebrachte Strom eine gewisse Stärke nicht erreicht, oder, was das Gleiche ist, wenn die Menge des in einer gegebenen Zeit elektrolysirten Wassers ein gewisses Maaſs nicht überschreitet. Geschieht letzteres, so findet an der negativen Elektrode Gasentwicklung statt. Ich wendete, wie schon anderwärts bemerkt worden, solche Ströme an, die nur eine mäſsig lebhafte Wasserzersetzung verursachten, und um im Stande zu seyn die Stromstärke immer nach Bedürfniſs abzuändern, bediente ich mich einer Volta'schen Vorrichtung, die es gestattet, deren Plattenpaare beliebig tief in die excitirende Flüssigkeit einzusenken.

Noch bleibt zu ermitteln übrig: erstens, ob nicht bei jeder Stromstärke und bei jedem Verdünnungsgrade der Salpetersäure die Wasserstoff-Entbindung an der negativen Platinschwamm-Elektrode unterdrückt werden könne dadurch, daſs man letzterer einen gehörigen Umfang giebt, und zweitens, ob bei einer Stromstärke, bei

[redacted]

welcher Gasentwicklung an der negativen Elektrode eintritt, die Menge des an letzterer entbundenen Wasserstoffs derjenigen des am positiven Pol frei gewordenen Sauerstoffs entspricht, in der Weise nämlich, daſs beide Elemente, mit einander verbunden, in Wasser aufgehen. Auch fragt es sich, wohin der Wasserstoff komme, wenn derselbe nicht in Gasform an der negativen Elektrode erscheint. In dem Falle, wo man concentrirtere Salpetersäure dem Einfluſs eines Volta'schen Stromes unterwirft, wird dieses Element, wie wir dieſs mit Gewiſsheit wissen, zur theilweisen Desoxydation der Säure verwendet, indem salpetrichte Säure entsteht. Dient aber mehrfach mit Wasser verdünnte Salpetersäure als Versuchsflüssigkeit, spielt wohl unter diesen Umständen der durch den Strom aus dem Wasser geschiedene Wasserstoff dieselbe Rolle, wie in dem vorhin erwähnten Falle? und sollte, wenn dem so wäre, nicht Etwas Stickoxydgas an der negativen Elektrode sich entwickeln? Würde der an letzterer auftretende Wasserstoff die Salpetersäure zur salpetrichten Säure reduciren, so müſste diese um die negative Elektrode herum sich anlegen, und unmittelbar nachdem dieſs geschehen, unter dem Einflusse des vielen Wassers, enthalten in der Versuchsflüssigkeit, in Salpetersäure und Stickoxydgas, wenigstens dem gröſseren Theile nach, zerlegt werden. Es sollte daher, wären alle diese Voraussetzungen richtig, das zuletzt genannte Gas an dem negativen Poldrahte auftreten; man bemerkt aber, wie bereits schon erwähnt worden ist, gerade in verdünnter Säure keine solche Gasentwicklung. Möglich wäre es vielleicht, daſs in dem fraglichen Falle Ammoniak gebildet würde. Da nämlich bei einem gewissen Verdünnungsgrade die Salpetersäure ihres ganzen Sauerstoffgehaltes durch den auf elektrolytischem Wege ausgeschiedenen Wasserstoff beraubt werden könnte, so lieſse es sich recht wohl denken, daſs der dadurch frei gewordene und im nascirenden Zustande sich befindende

[redacted]

Stickstoff mit einem gleichen Theile des in dem gleichen Zustande seyenden Wasserstoffs zu Ammoniak sich verbände. Noch habe ich nicht untersucht, ob genannte Substanz in verdünnter Salpetersäure sich vorfinde, nachdem durch diese eine Zeit lang ein Strom vermittelst Platin-Elektroden geleitet worden ist.

Eine Erklärung über die Thatsachen zu geben, von welchen bisher die Rede gewesen ist, wage ich dermalen noch nicht; es müssen denselben noch andere sich anreihen, ehe sie verstanden werden können. Nicht umhin kann ich jedoch, die Vermuthung zu äufsern, dafs einige der fraglichen Erscheinungen zusammenhängen dürften mit dem bekannten Vermögen des Platins, die chemische Verbindung des Sauerstoffs mit dem Wasserstoff zu begünstigen. Einer solchen Vermuthung geben namentlich einige Thatsachen Raum, von welchen bald gesprochen werden soll. Am räthselhaftesten erscheinen mir diejenigen der oben erwähnten Resultate, welche sich auf das Uebertragen des aufserordentlichen Zustandes von einem Platindrahte auf den andern beziehen, und welche einige Aehnlichkeit mit den am Eisen sich zeigenden Passivitäts-Erscheinungen haben.

Aus den interessanten Untersuchungen Döbereiner's über das Platin wissen wir, dafs dieses Metall in fein zertheiltem Zustande den Weingeist bestimmt, Sauerstoff ziemlich rasch zu verschlucken und sich theilweise zu dehydrogenisiren. Diese Thatsache sowohl, als einige der vorhin angeführten, machten es mir wahrscheinlich, dafs auch der Sauerstoff, welcher aus der Elektrolysation des Wassers resultirt, unter geeigneten Umständen bestimmt werden könnte, anstatt gasförmig am positiven Pole sich auszuscheiden, chemisch auf wasserstoffhaltige Flüssigkeiten, z. B. also auf Weingeist einzuwirken.

Wenn Sauerstoff im nascirenden Zustande mit Weingeist zusammengebracht würde, so müfste jener auf die-

sen wohl leichter chemisch reagiren können, als diefs geschähe, besäfse der Sauerstoff die Gasform. Würde aber dem Weingeist nascirender Sauerstoff dargeboten und befänden sich beide Substanzen noch überdiefs in Berührung mit fein zertheiltem Platin, so müfste unter solchen Umständen offenbar die chemische Wirksamkeit der genannten Materien noch bedeutend gröfser seyn, als sie es in dem vorhin angeführten Falle wäre, und es läfst sich denken, dafs wenn nascirender Sauerstoff für sich allein auch gar nicht auf den Weingeist chemisch einwirkte, er dieses zu thun vermöchte, wenn dessen Verwandtschaft zum Wasserstoff durch die Anwesenheit des Platins gesteigert würde. Durch welche Mittel vermögen wir aber die erwähnten Stoffe in die fraglichen Beziehungen zu einander zu versetzen? Wir finden ein solches ganz einfach in der Volta'schen Säule, oder vielmehr in der Elektrolysation des Wassers, bei welcher wir schwammförmiges Platin als positive Elektrode functioniren lassen. Ist letztere während der Wasserzersetzung mit einer weingeisthaltigen Flüssigkeit umgeben, so sind offenbar alle die Umstände vorhanden, von denen so eben die Rede gewesen ist; denn der auf elektrolytischem Wege aus dem Wasser geschiedene Sauerstoff befindet sich im Moment seines Freiwerdens im nascirenden Zustand, und es tritt in dieser Beschaffenheit das genannte Element am Platinschwamm auf. Aus nachstehenden Angaben wird nun erhellen, ob die weiter oben ausgesprochenen Vermuthungen durch die Erfahrung bestätigt worden sind oder nicht.

Erster Versuch. In einem Gemisch aus einem Volumen Wassers und zwei Volumen gewöhnlichen Weingeistes bestehend, wird etwas Phosphorsäurehydrat aufgelöst, um jenes besser stromleitend zu machen. Verbindet man diese Flüssigkeit mit der bereits erwähnten Volta'schen Säule und bedient sich des schwammförmigen Platins als positiver Elektrode, so entwickelt sich

an dieser, bei geschlossenem Kreise, auch nicht das kleinste Bläschen von Sauerstoff, falls nämlich der Platinschwamm unmittelbar vor dessen Verbindung mit der Säule und Flüssigkeit geglüht worden ist. Wird der Platinschwamm kalt in letztere eingeführt, so entbinden sich an demselben anfänglich einige Bläschen; aber schon wenige Secunden nach erfolgtem Eintauchen der positiven Elektrode hört an dieser jede Gasentwicklung vollkommen auf, während der Wasserstoff am negativen Pol lebhaft sich entbindet. Dient compacter Platindraht als positiver Pol, so tritt an ihm dauernde Sauerstoffgas-Entwicklung ein, mag sein in die Versuchsflüssigkeit reichendes Ende einfach oder zu einem Knäuel aufgerollt, mag dasselbe vor seinem Eintauchen erhitzt worden seyn oder nicht. Ob aber der unter den zuletzt angeführten Umständen an der positiven Elektrode entwickelte Sauerstoff Ein Volumen beträgt auf zwei Raumtheile des gleichzeitig an der negativen Elektrode entbundenen Wasserstoffgases, habe ich noch nicht ausgemittelt. Dem Augenschein nach zu urtheilen, ist diefs nicht der Fall, was, wenn dem wirklich so wäre, beweisen würde, dafs selbst compactes Platin im Stande ist, einen Theil des elektrolytisch an ihm ausgeschiedenen Sauerstoffs zu bestimmen, auf den Weingeist chemisch einzuwirken.

Es fragt sich nun, was den eigentlich aus dem Sauerstoff werde, der am Platinschwamm aus dem Wasser eliminirt wird. Zur gründlichen Beantwortung dieser Frage ist unumgänglich nothwendig, dafs die Versuchsflüssigkeit, nachdem der Strom einige Zeit durch sie gegangen, genau analysirt und ausgemittelt werde, welche neue Substanzen in jener sich vorfinden. Eine derartige Untersuchung ist von mir, Zeitmangels halber, noch nicht angestellt worden; nichts destoweniger habe ich aber Grund zu vermuthen, dafs unter den angegebenen Umständen der Sauerstoffäther Döbereiner's oder das Acetal Liebig's sich bilde. Die Erzeugung dieser Substanz

ist

ist schon aus a priorischen Gründen wahrscheinlich; was aber die Wahrscheinlichkeit zur Gewifsheit zu erheben scheint, ist die Thatsache, dafs an dem Platinschwamm, nachdem derselbe nur kurze Zeit in der weingeisthaltigen Flüssigkeit als positive Elektrode functionirt hat, ein sehr starker Geruch nach dem genannten Acetal sich entwickelt, der bemerkt wird, wenn man besagte Elektrode aus der Flüssigkeit herausnimmt. Es wird wohl kaum bezweifelt werden dürfen, dafs unter den erwähnten Umständen, aufser dem Acetal, auch Essigsäure, Aldehyd, Ameisenäther und Essigäther gebildet werden.

Zum Schlusse der Beschreibung des Resultates dieses Versuches will ich noch bemerken, dafs wenn die erwähnte Versuchsflüssigkeit ein- oder mehrfach mit Wasser verdünnt wird, Erscheinungen eintreten gleich denen, von welchen vorhin die Rede gewesen ist; namentlich zeigt sich der Acetalgeruch am Platinschwamm.

Zweiter Versuch. Mit einem Gemische, das aus gleichen Raumtheilen Wassers, Weingeistes und gewöhnlicher Schwefelsäure besteht, werden Resultate erhalten vollkommen übereinstimmend mit denen, deren so eben gedacht worden ist. Nur wenn schwammförmiges Platin als positive Elektrode dient, kann an dieser die Sauerstoffentbindung gänzlich unterdrückt werden, und wird an ihm der Acetalgeruch bemerkt.

Dritter Versuch. Wird als Versuchsflüssigkeit ein Gemisch angewendet, welches auf ein Volumen Salpetersäure von 1,35 einen Raumtheil Weingeistes enthält, so findet weder Sauerstoffentwicklung an der positiven, noch Wasserstoffentbindung an der negativen Elektrode statt, vorausgesetzt beide Elektroden bestehen aus Platinschwamm. Damit jedoch am negativen Pol dieses Resultat erhalten werde, ist nöthig, dafs der denselben bildende Platinschwamm vor seinem Eintauchen entweder glühend gemacht, oder mit der Versuchsflüssigkeit befeuchtet und erwärmt werde. Bei Anwendung von com-

pactem Platin als negative Elektrode findet an letzterer lebhafte Wasserstoffgas-Entwicklung statt. Besteht die positive Elektrode aus einem etwas grofsen, aus Platindraht geformten Knäuel, so tritt an ihm ebenfalls keine Spur von Sauerstoffgas auf, auch findet schon an einfachem und etwas dickem Platindraht eine kaum merkbare Entbindung des letzt genannten Gases statt. Am Platinschwamm oder Knäuel wird, wie in den vorhergehenden Fällen, der Geruch nach Acetal bemerkt.

Vierter Versuch. Besteht die Probeflüssigkeit zu gleichen Raumtheilen aus Salpetersäure von vorhin erwähnter Stärke, Weingeist und Wasser, so kann die Entbindung des Wasserstoffgases an der schwammförmigen Platin-Elektrode nicht mehr verhindert werden, während an der positiven Elektrode, mag diese aus schwammförmigem oder compactem Platin bestehen, kein Gas sich entwickelt.

Fünfter Versuch. In einer Versuchsflüssigkeit, zusammengesetzt aus einem Raumtheile gewöhnlicher Salpetersäure, einem Raumtheile Weingeistes und sechs Raumtheilen Wassers, finden die Erscheinungen an den Elektroden gerade so statt, wie in dem vorhergehenden Falle, mit dem Unterschiede jedoch, dafs an der positiven Elektrode, wenn dieselbe compactes Platin ist, Spuren von Sauerstoffgas sich entbinden. Wird Eisen [1]) als positive Elektrode angewendet, und mit ihm der Voltasche Kreis geschlossen, so findet an dem genannten Metall eine ziemlich lebhafte Entbindung von Sauerstoffgas statt, und zwar erhält man hiebei letzteres in einer solchen Menge, dafs dieselbe hinzureichen scheint, um mit dem an der negativen Elektrode frei gewordenen Wasserstoff gerade Wasser bilden zu können. Die oben angeführte That-

1) Ich erinnere hier an die von mir ausgemittelte Thatsache, dafs Eisen als positive Elektrode in allen oxy-elektrolytischen Flüssigkeiten wie ein edles Metall gegen den an ihm ausgeschiedenen Sauerstoff sich verhält.

sache hat in sofern Wichtigkeit, als sie, meinem Dafürhalten nach, beweist, dafs der nascirende Zustand des Sauerstoffs nicht die Hauptursache ist, weshalb dieses Element unter den erwähnten Umständen chemisch auf den Weingeist reagirt, sondern dafs eine solche Action ihren wesentlichen Grund in dem specifischen Einflufs hat, den das Platin auf den Sauerstoff und Wasserstoff ausübt. Bedient man sich eines Golddrahtes als der positiven Elektrode, so entbindet sich auch an ihm etwas Sauerstoffgas, indessen beträchtlich weniger als am Eisen. Hieraus scheint zu folgen, dafs auch das Gold ähnlich dem Platin wirke, nur in einem schwächeren Grade. Voranstehende Angaben dürften, wie mir scheint, die Elektro-Chemiker veranlassen, alle diejenigen Metalle, welche als positive Elektrode (z. B. innerhalb schwefelsäurehaltigen Wassers) den Sauerstoff frei an sich auftreten lassen, einer genauen Prüfung zu unterwerfen in Bezug auf ihr Verhalten innerhalb der in Rede stehenden Versuchsflüssigkeit und ähnlicher, Säure und Weingeist enthaltenden Gemische. Höchst wahrscheinlich würde als Resultat einer solchen Untersuchung sich ergeben, dafs, je nach der Natur und Cohärenzbeschaffenheit des als positiver Pol dienenden Metalles auch das Verhältnifs sich richtete, in welchem Sauerstoff- und Wasserstoffgas im freien Zustande an den beiden Elektroden erscheinen.

Sechster Versuch. Enthält die Versuchsflüssigkeit auf zwei Raumtheilen Salpetersäure ein Volumen Weingeistes, so werden Resultate erhalten, übereinstimmend mit denen, von welchen im dritten Versuche die Rede war, mit dem kleinen Unterschiede jedoch, dafs an der negativen schwammförmigen Platinelektrode einige Bläschen sich entwickeln. Dient Eisen in Drahtform als positive Elektrode, so findet an ihm eine lebhafte Sauerstoffgas-Entbindung statt, während an einem gleich dikken Platindraht kaum ein Gasbläschen auftritt.

Siebenter Versuch. In reichlich, mit Kalihydrat versetztem Weingeist ist es mir nicht gelungen, durch irgend ein Mittel die Sauerstoffentbindung (an der positiven Elektrode) zu hemmen. Theoretische Gründe liefsen mich ein anderes Resultat vermuthen; indessen berechtigen mich die wenigen Versuche, welche ich mit der erwähnten Flüssigkeit angestellt habe, noch keineswegs zu der Annahme, dafs die Anwesenheit des Kalis im Weingeist letzteren gänzlich verhindere, chemisch auf den entbundenen Sauerstoff einzuwirken. Eine solche Einwirkung kann nur dann bestimmt verneint werden, wenn ausgemittelt ist, dafs unter allen Umständen genau so viel Sauerstoff an der positiven Elektrode sich entwickelt, als nöthig ist, um den gleichzeitig an der negativen Elektrode entbundenen Wasserstoff zu Wasser zu oxydiren.

Achter Versuch. Dient als Versuchsflüssigkeit Aether, welcher so lange mit gewöhnlicher Salpetersäure (1,35) geschüttelt worden, bis jener von dieser nichts mehr aufnimmt, so entbindet sich an der positiven Elektrode, mag dieselbe aus compactem oder schwammförmigem Platin bestehen, kein Sauerstoffgas. Wird Platindraht als negative Elektrode gebraucht, so findet an ihm eine äufserst lebhafte Wasserstoffgas-Entwicklung statt, während letztere unterdrückt werden kann, wenn statt Platindraht Platinschwamm in Anwendung gebracht und derselbe vor seinem Eintauchen in den säurehaltigen Aether erwärmt wird.

Neunter Versuch. Salpetersäure von 1,35 mit so viel Aether versetzt, als dieselbe aufnehmen kann, liefert ein Gemisch, welches an der positiven Elektrode das Freiwerden des Sauerstoffs nicht gestattet. An der negativen Elektrode findet im Moment des Schliefsens der Säule lebhafte Gasentwicklung statt, die jedoch schon nach wenigen Secunden aufhört. Ist dieser Zustand eingetreten, so kann derselbe auf einen zweiten Draht über-

getragen werden, wenn man eben so verfährt, wie unter 3) weiter oben angeführt worden ist.

Weitere Versuche, als die eben beschriebenen, habe ich mit weingeist- und ätherhaltigen Flüssigkeiten nicht angestellt; dieselben dürften aber hinreichen, um die Thatsache aufser Zweifel zu stellen, dafs der auf elektrolytischem Wege ausgeschiedene Sauerstoff unter gegebenen Umständen bestimmt werden kann, chemisch auf Aether und Weingeist einzuwirken. Ich mufs indessen auch hier die weiter oben stehende, bei einem anderen Anlafs gemachte Bemerkung wiederholen, dafs die Resultate, erhalten aus der zuletzt angeführten Reihe von Versuchen, durchschnittlich von einer bestimmten Stromstärke abhängig sind, und dafs die Ergebnisse etwas verschieden von den beschriebenen ausfallen, wenn die Kraft des angewendeten Stromes ein gewisses Maafs überschreitet. Es ist indessen, wie ebenfalls schon angedeutet worden, recht wohl möglich, dafs bei Anwendung selbst des allerkräftigsten Stromes dennoch jede Sauerstoffgas-Entbindung an der positiven Elektrode verhindert werden kann, wenn nur das Volumen des Platinschwammes, dem man diese Rolle anweist, grofs genug genommen wird. Ohne Zweifel hängt die Menge des in einer gegebenen Zeit durch die Vermittlung des Platins vom Weingeist verschluckten Sauerstoffs auch wesentlich von der Zahl der Berührungspunkte ab, welche das Metall beiden Substanzen (dem Sauerstoff und dem Weingeist) darbietet. Würde nun durch den Strom z. B. eine doppelt so grofse Quantität Sauerstoffs an der positiven Elektrode entbunden, als diese in derselben Zeit mit dem Weingeist zu vereinigen vermöchte, so müfste die Hälfte des entwickelten Gases frei werden, vorausgesetzt nämlich, der Strom übe keinerlei Art von veränderndem Einflufs auf das chemische Wirkungsvermögen (die katalytische Kraft) des Platins aus.

Möglich ist auch, dafs das Verhältnifs, in welchem

Weingeist mit Wasser und Säure gemischt wird, bestimmend auf das Resultat der Wechselwirkung, zwischen Platin, Sauerstoff und Weingeist stattfindend, einwirkt, wie auch die Natur der Säure, die sich in der Versuchsflüssigkeit vorfindet; eben so dürfte auch die Temperatur der letzteren nicht ohne allen Einfluſs auf das Ergebniſs seyn. Diese und noch manche andere Punkte müssen durch weitere Versuche in's Klare gesetzt werden; vor allem wichtig und nothwendig aber ist, daſs man die gasigen Flüssigkeiten, welche eine Zeit lang dem gedoppelten Einflusse der strömenden Elektricität und des schwammförmigen Platins ausgesetzt gewesen sind, und entweder den Sauerstoff oder den Wasserstoff des elektrolysirten Wassers in sich aufgenommen haben, einer genauen analytischen Untersuchung unterwerfe, weil durch sie allein die Vorgänge ermittelt werden können, welche unter den angegebenen Umständen stattfinden.

Es sey mir schlieſslich noch erlaubt einige allgemeine Bemerkungen über die in voranstehender Arbeit besprochenen Thatsachen zu machen. Schon seit geraumer Zeit benutzen die Elektro-Chemiker, namentlich aber der sinnreiche Becquerel, schwache Volta'sche Ströme, um mit deren Hülfe unorganische Verbindungen der mannigfaltigsten Art hervorzubringen und zusammengesetzte Körper zu bilden, welche auf dem gewöhnlichen chemischen Wege gar nicht darstellbar sind. Verhältniſsmäſsig wenige Versuche sind aber, meines Wissens, bis jetzt gemacht worden, um die strömende Elektricität auch in den Dienst der organischen Chemie herüberzuziehen. Ob nun gleich nicht die Wahrscheinlichkeit vorhanden ist, daſs auf diesem Gebiete das Volta'sche Agens die Bedeutung erlange, welche dasselbe in einem so ausgezeichneten Grade für die unorganische Chemie hat, so bin ich dennoch überzeugt, daſs wir dermalen noch weit davon entfernt sind, der Anwendung der Säule im organisch-chemischen Bereich diejenige Ausdehnung gegeben

zu haben, deren sie fähig ist. Wenn wir berücksichtigen, welche wichtige Rolle Sauerstoff und Wasserstoff in der organischen Materie spielen, und wenn wir in Betracht ziehen, dafs diese Elemente vermittelst des Volta'schen Stromes so leicht im nascirenden Zustand erhalten werden können, so dürfen wir wohl die Erwartung hegen, dafs es uns früher oder später gelingen werde, für eine grofse Anzahl von Fällen die Umstände auszumitteln, unter welchen die genannten Elemente im Momente ihrer Trennung von einander auf die ihnen dargebotenen organischen Stoffe chemisch einwirken. Sind wir aber einmal an diesem Ziele angelangt, dann werden wir auch vermögen in organischen Substanzen chemische Veränderung zu veranlassen, welche mit unsern jetzigen Mitteln zu bewerkstelligen eben so unmöglich seyn dürfte, als die Darstellung gewisser unorganischer Verbindungen auf dem gewöhnlichen chemischen Wege, welche vermittelst Volta'scher Ströme so leicht erhalten werden können.

Wenn ich mich anders nicht sehr täusche, so weisen die weiter oben erwähnten Versuche und Thatsachen nach dem Wege hin, der betreten werden mufs, soll die so eben ausgesprochene Hoffnung in Erfüllung gehen, und ermuntern zur Fortsetzung der begonnenen Untersuchungen.

Möchten nur tüchtige Chemiker, welche vorzugsweise mit dem organischen Theil ihrer Wissenschaft sich beschäftigen, den in dieser Abhandlung besprochenen Gegenständen einige Aufmerksamkeit schenken, und es für der Mühe werth halten, meine Versuche zu wiederholen und neue ähnlicher Art anzustellen. Sie würden sich vielleicht dann überzeugen, dafs der Gebrauch der Volta'schen Säule bei manchen organisch-chemischen Untersuchungen nicht nur möglich, sondern sogar von grofsem Nutzen sey.

Basel, d. 1. Mai 1839.

III. *Bemerkungen über einige Punkte aus der Lehre vom Galvanismus; von E. Lenz.*

(Aus dem Bulletin der St. Petersburger Academie, T. I. — Es ist diefs der Aufsatz, auf welchen der Hr. Verfasser sich in diesen Annalen, Bd. XXXXIV S. 353, bezieht.)

Es gehört gewifs zu den auffallendsten Erscheinungen in der Physik, dafs eine Reihe von Phänomenen, wie die des Galvanismus, seit mehr als 40 Jahren der beständigen eifrigen Bearbeitung einer grofsen Anzahl von Naturforschern unterworfen war, unter denen wir die ausgezeichnetsten Namen finden, und dafs wir dennoch in der Nachweisung der eigentlichen Quelle der Erscheinungen uns noch eben so sehr im Dunkeln befinden, als zu Anfange. In der That, nachdem Volta durch Aufbauung seiner berühmten Säule die Quelle dieser Erscheinungen dem belebten Organismus entzogen und sie dem unorganischen Reiche zugewiesen hatte, theilte sich die Ansicht der Physiker über den eigentlichen Sitz der sogenannten elektro-motorischen Kraft der galvanischen Kette in zwei verschiedene Meinungen, wovon die ältere diese Kraft der Berührung heterogener Leiter zuschrieb, die andere aber, gleich in ihrem Entstehen von einem unserer Collegen eifrig vertheidigt, sie in der chemischen Wirkung der flüssigen auf die festen Körper, die mit jenen in Berührung stehen, suchte. Im gegenwärtigen Augenblicke sind der letzteren chemischen Theorie des Galvanismus sehr gewichtige Autoritäten, wie z. B. Faraday, De la Rive, Becquerel etc. beigetreten, obgleich fast alle in der weiteren Entwicklung ihrer Ansicht wiederum von einander abweichen. Wenn mich nun meine eigenen, in nicht geringer Anzahl angestellten Versuche dennoch der älteren Ansicht Volta's zu-

geführt haben, so macht es mir die grofse Autorität jener Namen doch zur Pflicht, nicht eher mit diesen meinen Versuchen aufzutreten, als bis sie mir den Grad von Zuversicht zu gewähren scheinen, welcher zu einer definitiven Entscheidung nothwendig ist. Hierzu schien es mir vor Allem ein nothwendiges Erfordernifs zu seyn, die Stärke des Stroms in jedem Augenblick und bei jedem Versuche genau angeben zu können, eine Bedingung, von deren jetzt möglichen Erfüllung ich mich durch einen Multiplicator des Hrn. Nervander von Helsingfors vollkommen überzeugt habe. Mein erstes Bestreben war daher, mich in den Besitz eines solchen Instruments von möglichster Vollkommenheit zu setzen, was mir aber bis jetzt noch nicht vollkommen gelungen ist, und zwar aus Mangel des dazu tauglichen Materials.

Ich habe nämlich durch viele Versuche gefunden, dafs alles hiesige Kupfer, welches ich dem Versuche unterwarf, auf das astatische Magnetnadelpaar eines Nobili'schen Multiplicators einwirkt, obgleich ich auf chemischem Wege keine Spur von Eisen darin auffinden konnte. Diese Versuche, so wie ähnliche anderer Physiker [1]) haben in mir die Ueberzeugung hervorgebracht, dafs das Kupfer in der That eines schwachen Magnetismus fähig sey, oder, — wenn wir der neuerlich von Faraday aufgestellten, an sich sehr ansprechenden Ansicht folgen wollen, — dafs die gewöhnliche Temperatur von etwa 15° R. nicht hoch genug sey, dem Kupfer seinen Magnetismus zu rauben. Es blieb mir daher, da ich meine Versuche nicht länger aufschieben wollte, nichts übrig, als dasjenige Metall zu wählen, welches diesen störenden Einflufs am wenigsten zeigte (als welches sich eine Messingplatte auswies), und mich mit einer nicht compensirten Nadel zu begnügen. Der aus diesem Material jetzt vollendete Apparat entspricht seinem Zwecke, in sofern

1) Vergleiche: Becquerel, *Traité exper. de l'éctricité*, *T. III p.* 426.

er auf eine einfache Nadel nicht magnetisch einwirkt. Für den umwindenden Draht habe ich der gröfseren Leitungsfähigkeit wegen einen Silberdraht gewählt. Sobald ich die genauere Prüfung dieses Apparats werde beendigt haben, werde ich meine Versuche beginnen, und nicht ermangeln die gewonnenen Resultate der Academie mitzutheilen; bis dahin begnüge ich mich hier vorläufig einige Punkte näher in Erwägung zu ziehen, deren Nichtbeachtung von den Vertheidigern der chemischen Theorie uns wenigstens dazu berechtigt, ihrer Ansicht nicht ohne weiteres beizustimmen.

Hierzu gehört erstens der von Fechner zuerst als solcher erkannte, wenn auch von andern schon beobachtete, *Widerstand des Ueberganges*, den der galvanische Strom erleidet, wenn er aus einer Flüssigkeit in ein Metall, oder umgekehrt aus dem Metall in die Flüssigkeit tritt (das Quecksilber wirkt hier als Metall). Da dieser Widerstand zum Theil Widerspruch gefunden hat, so sey es mir erlaubt, sein Daseyn auf noch anderem Wege zu erweisen, als Fechner dieses gethan hat; ich hoffe, dafs meine Versuche keinen Zweifel über sein Daseyn lassen werden. Ich bediente mich hierzu des Apparats, mit den ich bereits in mehreren Abhandlungen den Einflufs der Leitungsfähigkeit der Drähte auf den durch sie hindurchgehenden Strom bestimmt habe; ich erregte nämlich den magnetischen Strom in einer Spirale, die den cylindrischen Anker eines Magneten umgab, und erhielt dadurch einen Strom von constanter elektro-motorischer Kraft, der sich an einem Nobili'schen Multiplicator durch den Ausschlag der Magnetnadel messen liefs. Statt dafs ich aber bei jenen Versuchen den, in Hinsicht auf seine Leitungsfähigkeit zu prüfenden Draht in die Kette brachte, geschah dieses mit dem Fig. 5 Taf. III abgebildeten Apparate, in welchem AB ein Brett mit zwei verticalen Ständern AC und BD bedeutet; durch letztere lassen sich die, wie in der Figur geboge-

nen Kupferdrähte *MFH* und *NGK* mit den Theilen *H* und *K* einander beliebig nähern, und somit auch die an diesem Theile angeschraubten, ein Quadratzoll grofsen Metallplatten *L* und *P*. Letztere befinden sich in einem gläsernen Gefäfse *ab*. Die Enden *FM* und *GN* der Kupferdrähte tauchen in Quecksilberschälchen *M* und *N*, und hängen hierdurch mit dem Ende des Multiplicators und der Spirale zusammen. Wenn man nun die Platten *L* und *P* erst von Platin, dann von Kupfer nimmt, sie einander bis zur Berührung nähert und dann den Strom durch den Apparat gehen läfst, so kann man sich leicht davon überzeugen, dafs seine Stärke ganz dieselbe ist, welches Metall man auch gewählt habe; dieses ist auch leicht vorauszusehen, da der Untersehied der Leitungsfähigkeit beider Metalle ein so unbedeutender Theil der ganzen Leitung der obigen Drähte ist, dafs die Ablenkungen ihn unmöglich anzeigen können. — Nachdem man sich nun hievon unmittelbar überzeugt hat, schiebe man die Platten wieder aus einander bis auf eine bestimmte Distanz, z. B. von einer Linie, giefse in das Gefäfs eine gut leitende Flüssigkeit, z. B. verdünnte Salzsäure, und vergleiche die Stärke des in der Spirale erregten Stroms, einmal bei angeschraubten Platinplatten, und dann, nachdem man statt ihrer die Kupferplatten substituirt hat; man wird in letzterem Falle den Strom bei weitem stärker finden. So ergab sich mir für die Platinplatten ein Ausschlag der Nadel bis 9°, für die Kupferplatten von 47°. Offenbar sind nun in diesen zwei Versuchen alle Umstände, die Leitung der festen Leiter, die der Flüssigkeit, die Entfernung der Platten, ihre Oberfläche etc., ganz dieselben, und es existirt zwischen ihnen nur der Unterschied, dafs der Strom in dem einen Falle aus dem Platin in die Flüssigkeit und aus dieser wieder in's Platin tritt, während er in dem letzten Falle aus Kupfer in die Flüssigkeit und aus dieser wieder in Kupfer tritt; d. h. es ist eben nur ein Unter-

schied in dem Uebergange aus dem Metalle in die Flüssigkeit da, und da derselbe einen so bedeutenden Unterschied in der Stärke des Stroms hervorbringt, so mufs hier nothwendig ein Widerstand des Uebergangs statuirt werden, der in dem Platin bedeutend stärker ist als im Kupfer.

Aehnliche Versuche können auch dazu dienen, die Gröfse dieses Widerstandes gegen den der Leitung der Flüssigkeit, oder gegen den der festen Leiter, die sich in der Kette befinden, genau zu bestimmen. Dazu ist nur erforderlich, dafs man mit jedem Plattenpaare in zwei verschiedenen Entfernungen operire. Nennt man diese Entfernungen d' und d'', den Widerstand der festen Leiter 1, den des Ueberganges λ, den der Flüssigkeit bei der Entfernung $=1$ aber l, und nimmt man ferner, wie Fechner solches bewiesen hat, den Widerstand der Flüssigkeit dem Abstand der Platten proportional an, so findet man leicht, wenn α, α', α'' die halben Ausschlagwinkel der Multiplicatornadel für unmittelbare Berührung der Platten, für den Abstand d' und für den Abstand d'' bedeuten, folgende Ausdrücke für l und λ:

$$l = \frac{2 . \sin\alpha . \cos\tfrac{1}{2}(\alpha' + \alpha'') . \sin\tfrac{1}{2}(\alpha' - \alpha'')}{(d'' - d') \sin\alpha' . \sin\alpha''}$$

$$\lambda = \frac{\sin\alpha}{\sin\alpha'} - 1 - d'l.$$

Ich habe einige vorläufige Versuche der Art gemacht, und den Widerstand des Ueberganges von Platin in verdünnte Salzsäure etwa 20 Mal gröfser gefunden, als den von Kupfer in dieselbe Säure. Indessen haben diese Versuche noch nicht die Genauigkeit, die ich ihnen glaube in Zukunft geben zu können; es verändert sich nämlich der Widerstand des Ueberganges bedeutend während des Eintauchens in die Säure, und dieser Umstand, der zwar bei der Berechnung berücksichtigt, aber nicht vollkommen beseitigt wurde, ist es, der die Resultate nicht ganz

sicher macht. — Eine andere Reihe von Versuchen wurde über die Abhängigkeit dieses Widerstandes von der Stärke der Säure für Kupferplatten bestimmt; ich fand den Widerstand bei Uebergang des Stroms aus Kupfer in Wasser

mit 2	Proc.	Salzsäure	=90093,2
- 4	-	-	51848,9
- 6	-	-	26627,2

wobei der Widerstand der Leitung eines Kupferdrahts von 1 Zoll Länge und $\frac{3}{4}$ Linie Diameter als Einheit angenommen wurde. — Obgleich auch diese Zahlen nicht als absolut genau anzusehen sind, so lassen sie doch keinen Zweifel über den Punkt, auf den es hier vorzüglich ankommt, zurück, dafs nämlich die Widerstände des Ueberganges in einem umgekehrten Verhältnifs stehen zu der chemischen Wirkung der Flüssigkeiten und der mit ihnen in Berührung stehenden Metalle, ein Satz, der mit Fechner's früheren Erfahrungen vollkommen im Einklange steht. Es besteht also eine Ursache, die bewirkt, dafs im Allgemeinen der Strom einer galvanischen Kette mit der chemischen Wirkung ihrer Elemente wächst, man mag die Quelle der erzeugten Elektricität hin versetzen wo man wolle, und somit ist diese Abhängigkeit der Stärke des Stroms von der chemischen Wirkung noch kein Beweis für die chemische Ansicht der Elektricitätserregung. So z. B. erklärt der Leitungswiderstand des Ueberganges, der bei geringer chemischer Wirkung bei weitem den gröfseren Theil des gesammten Widerstandes der Kette ausmacht, den Umstand vollkommen genügend, dafs bei Anwendung von reinem Wasser und reiner Schwefelsäure zwischen einem Zinkkupferpaar der erregte Strom unbedeutend ist, bei verdünnter Säure aber sehr stark wird; allerdings ist die gröfsere chemische Wirkung der Grund, nur nicht nothwendig durch Vermehrung der elektro-motorischen Kraft, sondern durch Verminderung des Leitungswiderstandes.

Dieses führt uns auf einen zweiten Punkt, der bei Entscheidung über den Werth beider Theorien und überhaupt bei allen Untersuchungen über galvanische Ströme sehr berücksichtigt zu werden verdient, es aber nicht wird, besonders aufserhalb Deutschland. Ich habe schon an einem andern Ort mich darüber weiter ausgelassen, und gezeigt, von wie schädlichem Einflufs diese Nichtbeachtung auf die Bestimmung der Leitungsfähigkeit verschiedener Metalle gewesen ist. Ich meine hier die Ansicht von Ohm, dafs der Strom ausgedrückt wird durch die so einfache Formel:

$$F=\frac{A}{L},$$

wo F die Stärke des Stroms, A die Summe sämmtlicher elektro-motorischer Kräfte und L die Summe sämmtlicher Leitungswiderstände bedeutet. — Sämmtliche Beobachtungen, und namentlich meine Versuche durch magneto-elektrische Induction, beweisen die Richtigkeit dieser Formel, sobald der Strom nur durch feste Leiter geht, mit aller, bei physikalischen Beobachtungen nur zu wünschenden Evidenz; die Beobachtungen Fechner's haben es auch für die hydro-elektrische Kette gethan, wenn auch hier die Uebereinstimmung nicht so überraschend ist, wegen der beständigen Veränderlichkeit des Phänomens. — Das Nichtbeachten dieser einfachen Ansicht hat unzählig viel Irrthümer in die Folgerungen, die man aus den Versuchen herleitete, gebracht. Hierzu zähle ich z. B. die Ansicht Becquerel's, er könne durch seine aus drei Elementen (Salzsäure, Kali und Platin) (Poggend. Ann. Bd. XXXVII S. 433) construirte galvanische Kette einen Strom hervorbringen, der zwar starke chemische Wirkungen, aber gar keine Wärmephänomene erzeuge. Die Sache erklärt sich ganz einfach folgendermafsen: Es sey die elektro-motorische Kraft, die den Strom in Becquerel's Apparat erzeugt, $=A$, wobei wir völlig unentschieden lassen, wo der Sitz

dieser Kraft zu suchen sey. Der Widerstand, den die Leiter dem Strom entgegenstellen, besteht aus drei Theilen: dem der verbindenden Drähte ($=L$), dem der Flüssigkeit ($=l$) und dem des Ueberganges ($=\lambda$) aus dem Platin in die Säure und in das Kali. Der Strom wird also ausgedrückt durch die Formel:

$$F=\frac{A}{L+l+\lambda},$$

in welcher L fast 0 zu setzen ist, wegen der verhältnifsmäfsig sehr grofsen Leitungsfähigkeit der Metalle, l aber ebenfalls bedeutend kleiner als λ ist, da hier zwischen den Platten und den Flüssigkeiten keine chemische Wirkung stattfindet. Dieses vorausgesetzt, wollen wir annehmen, es werde, wie Becquerel es thut, statt L ein anderer Draht von n Mal kleinerem Durchmesser in die Kette gebracht, dadurch wird der fast unendlich kleine Theil des Nenners n Mal vergröfsert, was so gut wie gar keine Verminderung in dem Nenner hervorbringt, und folglich auch in dem Strom, daher denn der zugleich in der Kette befindliche Multiplicator die Abweichung seiner Nadel nicht ändert. Vergröfserte Becquerel aber die Fläche des Platins n Mal, so würde dadurch der Haupttheil des Nenners n Mal verringert (da der Widerstand des Ueberganges der Fläche umgekehrt proportional ist); F wurde also nahezu n Mal gröfser, und es ist also ganz natürlich, dafs die Gasentwicklung, die dem Strom proportional ist, auch sich fast in demselben Verhältnifs als die Oberflächen der eingetauchten Platinplatten änderte, ganz den Versuchen Becquerel's gemäfs. Dafs aber die Wärme-Entwicklung im dünnen Platindraht sich $=0$ ergab, rührt daher, dafs der Strom überhaupt sehr schwach war; in der That zeigte ein Multiplicator mir bei einem, dem Becquerel'schen sehr ähnlichen Apparate, bei dem die Gasentwicklung ganz bedeutend war, nur eine Ablenkung von 22°, obgleich sein Dazwischenbringen den Strom nicht bedeu-

tend schwächte, wovon ich mich überzeugte, als ich noch einen zweiten Draht, dessen Widerstand dem des Multiplicators fast gleich war, hineinschob. Eine so geringe Ablenkung erhalte ich aber an diesem Multiplicator gleichfalls, wenn ich ein Zoll grofses Zinkkupferpaar mit den Enden des Multiplicators verbinde und es sodann in Newawasser tauche, und ein solcher Strom wird nie eine merkbare Wärme-Erhöhung hervorbringen. Man ist gewöhnt die Gasentwicklung als Folge eines schon bedeutenden Stromes anzusehen, weil man, wenn man den gewöhnlichen Versuch macht, immer schon eine Säule von einigen Paaren anwenden mufs. Dieses geschieht aber nur deshalb, weil man eines Stromes bedarf, der schon an und für sich einen bedeutenden Widerstand innerhalb der Säule überwunden hat, damit der Nenner im Ausdruck der Stromkraft durch den sehr bedeutenden Leitungswiderstand des Wasserzersetzungapparates nicht unverhältnifsmäfsig vergröfsert, also F eben so vermindert wird. Würde man einen messenden Multiplicator mit in die Kette bringen, so würde man ganz ohne Zweifel finden, dafs zur Wasserzersetzung der Strom gar nicht bedeutend zu seyn scheint.

Ein dritter Punkt, der ebenfalls längst bekannt ist, aber lange nicht gehörig beachtet wird, ist die Veränderung der Metalle in elektro-motorischer Hinsicht (sey es gegen einander in der Volta'schen oder gegen die Flüssigkeit in der chemischen Theorie) erleidet, wenn sie in Flüssigkeit tauchen, z. B. das Umspringen der Richtung des Stroms einer Eisenkupferplatte in concentrirter Schwefelleberlösung. Ich glaube durch eine Reihe von Versuchen, die ich mit dem oben erwähnten Becquerel'schen Apparate angestellt habe, zu dem Resultate gelangt zu seyn, dafs seine Wirkung auf diesem modificirenden Einflufs der Säure und des Alkalis auf die Platinplatten beruhe, und nicht auf der chemischen Wirkung der beiden Flüssigkeiten. Indessen, da der Beweis da-

dafür mir noch nicht genügt, so erspare ich das Weitere bis auf spätere Mittheilung, besonders da dieser Gegenstand uns mitten in die Controverse der beiden Ansichten hineinführt, ein Gebiet, das ich aus oben angeführten Gründen noch vermeiden will.

IV. *Ueber die Farbe des Dampfs unter gewissen Umständen; von James D. Forbes.*

(Mitgetheilt vom Hrn. Verfasser aus den *Transact. of the Roy. Edinb. Soc. Vol. XIV.*) [1]).

Ende Mai's oder Anfang Juni's 1838 stand ich zufällig auf der Greenwich-Eisenbahn neben einem Dampfwagen, der durch sein Sicherheitsventil eine grofse Menge Dampf von hohem Druck entliefs. Ich sah von ungefähr durch die aufsteigende Dampfsäule nach der Sonne, und war überrascht sie in sehr tief orangerother Farbe zu erblikken, genau wie wenn man sie durch dicken Nebel oder ein gewöhnliches berauchtes Glas betrachtet.

Für den Augenblick gab ich weder viel Acht auf diese Thatsache, noch versuchte ich sie abzuändern; als ich indefs späterhin über dieselbe nachdachte, schien sie mir nicht nur an sich sehr sonderbar, sondern noch aufserordentlicher, dafs ich nie von einer Eigenschaft des Dampfs gehört, die doch von Tausenden bemerkt seyn mufste. Einige Monate darauf (Ende Octobers), als ich mich auf der Newcastle-Carlisle-Eisenbahn befand, beschlofs ich die Thatsache zu bewahrheiten, was auch ohne Schwierigkeit geschah, und wobei ich überdiefs eine sehr wichtige Abänderung derselben entdeckte. Denn einige Fufs oder Ellen über dem Sicherheitsventil, zu

1) Eine vorläufige Notiz von diesem Aufsatz wurde bereits in Band XXXXVI S. 349 dies. Ann. gegeben.

welchem der Dampf herausblies, war dessen Farbe für durchgehendes Licht das beschriebene tiefe Orangeroth [1]). In einem größeren Abstand jedoch, wo der Dampf vollständiger verdichtet war, hörte die Erscheinung gänzlich auf. Selbst bei mäßiger Dicke war die Dampfwolke durchaus undurchdringlich für die unmittelbaren Sonnenstrahlen; sie warf einen Schatten so schwarz wie ein dichter Körper, und wenn ihre Dicke sehr gering, war sie zwar durchscheinend, aber *durchaus* farblos, gerade wie dünne, vor der Sonne vorüberziehende Wolken, die in der That von ganz analoger Beschaffenheit sind. Wenn der Dampf in diesem Zustande war, zeigte sich beim Uebergang von der Dicke, welche der Durchscheinenheit entsprach, zu der, welche völlige Undurchsichtigkeit gewährte, keine Anzeige von Farbe.

Nachdem ich diese Beobachtungen, die einzigen, welche mir die Umstände erlaubten, gemacht hatte, ward ich sehr begierig sie mit Dampf unter verschiedenem Druck zu wiederholen, und unter andern folgende Punkte zu ermitteln: 1) Ob Dampf in reiner Gasform wirklich, wie man insgemein annimmt, farblos sey. 2) Ob die Farbe von einer Stufe in dem Vorgang der Verdichtung abhange und davon allein. 3) Ob die Spannung des Dampfs einen Einfluſs auf die Erscheinungen habe.

Es gab indeſs noch eine andere Frage, die mich mehr als alle diese interessirte, nämlich: Wie das Spectrum durch die Absorptionswirkung des Dampfs verändert werde, da sie die rothen und orangefarbenen Strahlen übrig zu lassen schien. Gemäſs den Erscheinungen der Absorption des Lichts durch gasige Körper, und besonders der eigenthümlichen, von Dr. Brewster entdeckten Wirkung des salpetrigsauren Gases, das Spectrum durch eine unzählbare Menge dunkler Streifen zu zerschneiden, hielt ich

1) Dasselbe gewahrt man während des gewöhnlichen Ganges der Maschine in dem aus dem Schornstein stoſsenden Dampf; allein die Gegenwart des Rauchs macht die Beobachtung weniger befriedigend.

es nicht für unwahrscheinlich, dafs der Dampf in ähnlicher Weise eine specifische Wirkung auf viele der prismatischen Farben ausübe, und wenn sich diese Vermuthung bestätigte, eine Anwendung von ihr auf die atmosphärischen Erscheinungen und auf die gleichfalls von Brewster beobachtete Entstehung von Linien im Sonnenspectrum durch Wirkung der Atmosphäre gemacht werden könne.

Nach verschiedenen fruchtlosen Versuchen, die erforderliche Gelegenheit zu erhalten, stellte Hr. Edington, von den Phönix-Eisenwerken bei Glasgow, höchst zuvorkommend einen vortrefflichen Hochdruck-Dampfkessel zu meiner Verfügung, und erleichterte mir auch in jeder anderen Weise die Verfolgung meiner Versuche über die optischen Eigenschaften des Dampfs. Zuerst untersuchte ich die Farbenerscheinungen, wie sie sich dem nackten Auge zeigen. Hinter dem Dampfstrahl, der aus einem 0,25 Zoll weiten Hahn oben im Kessel herausdrang, wurde eine Laterne gehalten [1]). Wenn das Sicherheitsventil (das sich mit grofser Pünktlichkeit bewegte) mit 50 Pfund auf den Quadratzoll belastet worden, war der hervorströmende Dampfstrahl fast unsichtbar, und bei der geringen Dicke in diesem Theil vollkommen farblos. Bei Hebung des Lichts kam in einer Höhe von einigen Zollen über dem Hahn die Orangenfarbe zum Vorschein, und bis zu einer Höhe von 20 Zoll nahm sie rasch an Tiefe zu; noch höher machte die rasche Condensation den Dampf nur opaker, ohne die Farbe zu vertiefen.

Bei jener Höhe beschlofs ich daher das Licht durchgehen zu lassen und mit einem Prisma zu analysiren. Ein Theodolith mit einem guten Prisma vor dem Fernrohr wurde daher etwa 25 Fufs entfernt vor dem Dampfkessel aufgestellt. Jenseits des Hahns brachte ich eine Linse so an, dafs sich die Strahlen parallel brechen mufsten, und zwischen dem Hahn und dem Prisma einen Schlitz

1) Die Versuche wurden bei Nacht angestellt.

von veränderbarer Breite. Das durch den Schlitz auf das Prisma fallende Licht mufste erst in etwa 20 Zoll über der Hahn-Oeffnung durch den Dampfstrahl gehen. Zur Ajustirung des Apparats und auch des Contrastes wegen hatte ich mir eine 5 Z. weite Flasche mit merkwürdig dichtem salpetrigsauren Gase verschafft, das Hr. Kemp so gut war für mich zu bereiten. Wenn dieses Gas an den Ort gebracht wurde, wo der Dampf hervordrang, zeigte das Spectrum die bekannte Erscheinung vortrefflich.

Ich nahm nun die Flasche fort und öffnete den Hahn allmälig, während der Druck auf das Ventil 55 Pfd. mehr als der der Atmosphäre oder die Spannung des Dampfs 4,66 Atmosphären betrug. Das violette Ende des Spectrums ward fast augenblicklich absorbirt, dann das ganze Blau und ein Theil des Grüns, gerade wie beim Spectrum der salpetrigen Säure; *allein in dem übrig gebliebenen Theil* waren keine Linien sichtbar. Wurde der Hahn ganz geöffnet, so zeigte das Spectrum eine sonderbare Erscheinung. Nur allein das Hellroth schien im natürlichen Zustand zu seyn. Das äufserste Roth war durch die Undurchsichtigkeit des Dampfs etwas angegriffen. Das meiste Orange, das Gelb und eben so viel vom Grün als nicht absorbirt worden, hatte eine schmutzige unangenehme Farbe, welche ich damals in meinem Tagebuche so bezeichnete: »Schwarzbraun, abwechselnd zwischen Gelb und Purpurroth, in's Grüne fallend; wenn der Dampf seinen höchsten Druck hatte, war eine entschiedene Purpurfarbe da.«

Für das nackte Auge vor dem Schlitz war die Farbe nun identisch mit der des salpetrigsauren Gases, durch welches ich von Zeit zu Zeit nach einer entfernten Gasflamme sah und seine Farbe mit dem des Schlitzes verglich. Der Versuch wurde unter 50 und 55 Pfund Druck mehrmals angestellt.

Nun wurde das Licht nur zehn Zoll über der Mündung des Hahns durch den Dampf geleitet, in der Mei-

nung, dafs, ungeachtet daselbst die Farbe schwächer sey, vielleicht eine Neigung zur Entstehung von Linien im Spectrum vorhanden seyn möge. Als indefs der Versuch unter demselben Druck wie zuvor angestellt wurde, war der Effect ein ähnlicher, nur weit schwächerer. Der Schlitz hatte nun eine schwache Lohfarbe, und die prismatische Analyse zeigte nun das Violett allein absorbirt.

Austritt des Dampfs bei 25 Pfund Druck. Laterne und Schlitz 20 Zoll über der Mündung, wie zuvor. Dem Auge erschien das Licht so roth wie bei 55 Pfund. Hr. Edington beobachtete, dafs die Farbe tiefer war, als die der Flasche mit salpetrigsaurem Gase. Weder er noch seine Gehülfen hatten je zuvor die Farbe des Dampfes wahrgenommen. Prismatische Erscheinungen wie zuvor, nur die Verdunklung nicht ganz so grofs.

Austritt des Dampfs bei 15 Pfund. Sichtlich röther als die Gasflasche. Dieselben Erscheinungen des Spectrums; allein das Grün blieb durchaus rein und gränzte unmittelbar an Orange. Ehe das Violett bei der Absorption verschwand (der Hahn wurde allmälig geöffnet) nahm es eine schmutzig weifse Farbe an, neigend in's Gelbe und Purpurrothe. Eine gemeine Lampe, die durch die Dampfsäule von diesem Druck an verschiedenen Stellen von der Mündung an bis zu einer Höhe von 5 oder 6 Fufs betrachtet wurde, erschien, wo sie nicht ganz verdunkelt war, in verschiedenen Abstufungen von Rauchfarbe bis zu einem intensiven lohfarbenen Orange.

Bei 7 Pfund Druck auf den Quadratzoll war das Roth noch sichtbar mit blofsem Auge; prismatische Erscheinungen ähnlich, obwohl schwächer.

Bei 4 Pfund Druck war das Roth nicht mehr sichtbar mit blofsem Auge, selbst mit dem Prisma schien das Violett nur wenig angegriffen. In grofser Menge zum Sicherheitsventil herausgelassen, zeigte der Dampf, wenn durch ihn, dicht über der Mündung, nach einer Lampe gesehen wurde, eine schwache Röthe, doch weiter oben

ging überall farblose Durchscheinenheit in vollständige Undurchsichtigkeit über. Bei 2 und 1 Pfund Druck keine Farbe zu entdecken.

Aus diesen Versuchen ziehe ich folgende Schlüsse:

1) Wasserdampf in reiner Gasgestalt ist, wie gewöhnlich angenommen wird, farblos, wenigstens bei kleinen Dicken.

2) Die Orangenfarbe des Dampfs im durchgehenden Licht scheint einer besonderen Stufe des Verdichtungsprocesses anzugehören. Bei anfangender Verdichtung ist der Dampf farblos und durchsichtig, darauf durchsichtig und rauchfarben, endlich wird er, bei kleiner Dicke, farblos, und, bei großer, vollkommen undurchsichtig.

3) Der Grad der Spannung scheint nur in sofern von Einfluſs auf die Erscheinungen, als er die Färbungsstufe der Verdichtung mehr oder weniger vollständig beobachtbar macht.

4) Der Dampf übt die absorbirende Wirkung auf das Spectrum nicht in der Weise aus wie andere farbige Gase, z. B. salpetrigsaures Gas und Joddampf. Er nimmt indeſs ganz denselben Theil des Spectrums fort, wie das salpetrigsaure Gas. Die von ihm bewirkten Erscheinungen haben am meisten Aehnlichkeit mit der Opalescenz.

Die Einwirkung einer bloſsen Aenderung des mechanischen Gefüges auf die optischen Eigenschaften der Körper ist eine Erscheinung, die über die Constitution der Materie, wie über die des Lichts gleich wichtige Aufschlüsse verspricht; und die vorliegende Beobachtung mag einst als ein Beitrag zur mechanischen Theorie des Dampfs und jener besonderen, zwischen dem gasigen und ganz flüssigen Zustand liegenden Stufe, welche wahrscheinlich mit dem Schweben der Wolken zusammenhängt, aufgenommen werden. Jedenfalls ist es sehr wichtig zu wissen, daſs Wasserdampf in einem verschlossenen Gefäſs, durch bloſsen Temperaturwechsel, ohne chemische Ver-

[redacted]

änderung, die erwähnten Veränderungen in Farbe und Durchsichtigkeit zu erleiden vermag. Die von Herrn Brewster beim salpetrigsauren Gase bemerkte sonderbare Thatsache, dafs dessen Farbe durch blofse Erwärmung in ein tiefes Orangeroth übergeht, scheint von gleicher Art zu seyn.

Ich zweifle nicht, dafs die Farbe des Wasserdampfs unter gewissen Umständen die hauptsächliche oder einzige Ursache der an Wolken beobachteten rothen Farbe sey. Gerade die Thatsache, dafs diese Farbe nur bei Daseyn von Wolken erscheint, widerlegt hinlänglich die von optischen Schriftstellern gegebene Erklärung der Erscheinungen beim Auf- und Untergang der Sonne. Wäre das Roth am Horizont blofs die Complementarfarbe des Blau der reinen Atmosphäre, so müfste die Sonne bei ganz blauem Himmel roth untergehen, und gerade dann am stärksten. Allein die Erfahrung lehrt, dafs ein trüber Auf- und Untergang der Sonne *immer* von Wolken begleitet wird, und meistens erfolgt, wenn aus nachfolgendem Regen auf eine Zustandsveränderung des zuvor durchsichtigen und farblosen Dampfes zu schliefsen ist. Eben so werden entfernte irdische Lichter roth und dunkel, wenn die Atmosphäre mit bald sich niederschlagenden Dampf gefüllt ist. Sicher werden die vorstehenden Beobachtungen durch Analogie zu einer Lösung solcher Erscheinungen führen; denn ich habe bemerkt, dafs keineswegs ein Dampf von hoher Spannung zur Erzeugung von Farben nöthig ist, wiewohl natürlich, bei geringer Spannung eine gröfsere Dicke desselben zur Hervorbringung ähnlicher Wirkungen angewandt werden mufs.

V. *Ueber die thermo-elektrischen Ströme des Quecksilbers; von Hrn. Matteucci.*

(*Bibl. univ. Nouv. Ser. III Vol. XV p.* 187.)

Der von mir angewandte Apparat, um zu sehen, ob thermo-elektrische Ströme im Quecksilber vorhanden seyn können, ist ein für diese Gattung von Strömen ziemlich empfindliches Galvanometer; denn obgleich alle Versuche in der Hrn. Becquerel mitgetheilten Notiz [1]) sich bezogen auf Ströme, die aus einem Temperatur-Unterschiede zwischen verschiedenen Theilen eines homogenen Körpers entspringen, so beobachtete ich doch bedeutende Ablenkungen. Ich kann sogar hinzufügen, dafs ich seitdem mit demselben Galvanometer thermo-elektrische Ströme bei einem homogenen Körper beobachtet habe, der weit schlechter leitet als Quecksilber, nämlich bei Kohle.

Ich befestigte an die Enden des Galvanometers zwei Kohlencylinder, 15 Centimeter lang und 8 bis 10 Millimeter dick, und erhitzte den einen an einem Ende, doch nicht bis zum Entzünden. Als ich nun das heifse Ende auf das kalte Ende des anderen setzte oder beide in Quecksilber tauchte, beobachtete ich einen Strom von 20°, der beständig vom heifsen Ende zum kalten ging.

Mit demselben Galvanometer habe ich den Versuch des Hrn. Peltier wiederholt, indem ich Röhre und Schale voll Quecksilber anwende, und das in die Schale getauchte Ende der Röhre durch eine Weingeistlampe erhitze: der Strom ging in dem Galvanometerdraht von der Schale zur Röhre. Diese schon von mir beobachtete Thatsache mufs wohl von der ungleichen Erhitzung der Platinplatte, die in die Schale tauchte, und des Platindrahts, welcher sich am

1) Annal. Bd. XXXXIV S. 629 und 631, (wo es, beiläufig bemerkt, S. 630 Z. 2 heifsen mufs: vom Heifsen zum Kalten, statt: vom Heifsen zum Warmen).

Ende der Röhre befand, hergeleitet werden. In der That findet die Ablenkung nicht mehr statt, wenn man eine weitere Schale nimmt, als Hr. Peltier sich bedient, und umgekehrt sieht man sie steigen, wenn man die heifse Röhre näher an die Platinplatte bringt.

Man macht den Versuch noch entscheidender, wenn man statt einer Röhre zwei, wie Hr. Peltier, vorrichtet. Die beiden Röhren läfst man in die Oberfläche des Quecksilbers der Schale tauchen, und setzt sie am anderen Ende durch eingeschmolzene Platindrähte mit dem Galvanometerdraht in Verbindung. Wenn der thermoelektrische Strom vom Quecksilber entwickelt wird, mufs er immer, wie bei dem sinnreichen Versuch des Hrn. Becquerel, in dem Kreise des Galvanometers von der Röhre zur Schale und von der Schale zur Röhre gehen [1]. Bei dieser letzteren Vorrichtung ist der Vorgang folgender. Wenn die Schale weit und die Röhren eng sind, wie die des Hrn. Peltier, so erhält man keine Anzeige von Strom, sobald nicht die Erhitzung lange unterhalten wird; fährt man einige Zeit mit der Erhitzung fort, so erhält man Ströme; allein sie gehen von der heifsen Röhre durch den Galvanometerdraht zur anderen, also gerade in umgekehrter Richtung, welche man beobachten würde, wenn sie vom Quecksilber herrührten, welche sich aber leicht erklärt, wenn man eine ungleiche Erwärmung der beiden Platindrähte annimmt. Um jeden Zweifel zu heben construirte ich, wie Hr. Peltier, ein Galvanometer mit 2 Millimeter dickem Draht, der 12 Umgänge um das vollkommen astatische System machte; mit diesem Instrument wiederholte ich die erwähnten Versuche, ohne indefs eine Verschiedenheit in den Resultaten wahrzunehmen.

1) *Du tube à la capsule et de la capsule au tube.*

VI. Ueber die thermo-elektrische Wirkung des Quecksilbers; von P. O. C. Vorsselman de Heer.

Während Hr. Matteucci gefunden zu haben glaubt, daſs das Quecksilber keine thermo-elektrischen Ströme zu entwickeln im Stande sey, hat Hr. de Heer Versuche angestellt, welche ihm zu beweisen scheinen, daſs das Quecksilber, in Berührung mit andern Metallen erhitzt, recht deutliche Ströme liefert, und daſs der Strom, der sich bei mehren Versuchen des Hrn. Matteucci zeigte, als zwei Metalle durch Vermittlung eines Bades von Quecksilber oder irgend einer Metall-Legirung in Berührung gesetzt wurden, nicht von der Wirkung dieser beiden Metalle, sondern von der eines derselben und des Quecksilbers herrührt [1]). Folgendes sind die Versuche auf die Hr. Vorsselman de Heer sich stützt.

Er nimmt zwei Drähte von gleichem Metall, rollt den einen spiralförmig auf, erhitzt ihn mit einer Weingeistlampe und setzt ihn darauf mit dem andern (kaltgelassenen) in Berührung. Er findet dadurch die Nadel eines sehr empfindlichen Galvanometers um eine gewisse Zahl von Graden abgelenkt, und der Sinn der Ablenkung zeigt ihm einen Strom an, der, beim *Kupfer* und *Platin*, vom heiſsen zum kalten Draht geht, beim *Zink*, *Eisen* und *Silber* (käuflichem wie reinem), aber umgekehrte Richtung hat; und endlich bei *Wismuth* und *Antimon* veränderlich ist.

1) Die von den HH. Matteucci und Peltier discutirte Frage ist wohl eigentlich die: ob heiſses und kaltes Quecksilber, durch Berührung mit einander, einen thermo-elektrischen Strom erzeugen können, nicht: ob ein solcher Strom durch Berührung von Quecksilber mit andern ungleich erhitzten Metallen zu entstehen vermöge. Dieſs letztere ist wohl um so weniger in Zweifel zu ziehen, als bereits Seebeck in seiner ersten Abhandlung 1822 durch Versuche darüber entschieden hat. *P.*

Nun bewirkt er die Berührung durch einen Tropfen Quecksilber, in welchen beide Drähte getaucht werden: Dasselbe Resultat wie zuvor. Statt des Tropfens Quecksilber nimmt er eine mit Quecksilber gefüllte Rinne von 2 Millimeter Breite und 1 Decimeter Länge, und taucht in die Enden derselben die beiden Drähte, nachdem er den einen erhitzt hat. Jetzt geht der Strom vom Quecksilber zum heifsen Metall, wenn dieses *Platin*, *Kupfer*, *Zink*, *Silber*, *Eisen* oder *Antimon* ist, dagegen vom Metall zum Quecksilber, wenn ersteres *Wismuth* ist. Der Strom unterscheidet sich also von dem, welchen man erhält, wenn man die beiden Drähte ohne Quecksilber oder längere Zeit durch einen Tropfen Quecksilber in Berührung setzt.

Beim *Wismuth* und *Antimon* findet Hr. H. Ströme, die bald vom heifsen zum kalten Metall, bald umgekehrt gehen. Die Richtung des Stroms scheint ihm vom Temperatur-Unterschied abzuhängen, und ein gröfserer Unterschied einen umgekehrten Strom zu geben, als ein kleinerer. Zur Stütze dieser Versuche erwähnt er anderer, wo die beiden, gemeinschaftlich mit Quecksilber angewandten Drähte von verschiedenen Metallen waren, und wo sich Ströme einstellten, die, wenn man das Quecksilber als unwirksam betrachtete, in Bezug auf Richtung denen widersprechen würden, die durch andere thermoelektrische Versuche längst festgestellt sind, die sich aber leicht erklären, wenn man annimmt, dafs der Strom durch den Contact des heifsen Metalls mit dem Quecksilber entsteht. — Zuletzt stellt Hr. de Heer folgende thermoelektrische Reihe auf: *Wismuth*, *Quecksilber*, *Platin*, *Kupfer*, *Zink*, *Silber*, *Eisen*, *Antimon* [1]). (*Bullet. des scienc. phys. et nat. en Néerlande, Année* 1838, *p.* 124.).

1) Die Reihe weicht etwas ab von der von Seebeck gegebenen (Ann. Bd. VI S. 17), vermuthlich wegen Verschiedenheiten in der Reinheit der Metalle. Seebeck fand zwei Sorten Platin über dem Quecksilber, zwei unter demselben stehend, eben so zwei Sorten Kupfer darüber, zwei darunter. *P.*

VII. Blätterung von Thon durch Elektricität.

Hr. Fox zeigte kürzlich der Royal Cornwall Polytechnic Society (aus deren *fifth annual report* diese Notiz genommen ist) Thon vor, dem er durch folgendes Verfahren ein blättriges Gefüge gegeben hatte. Eine dünne Schüssel, deren Rand *a, b, c, d* (Taf. III Fig. 6), war durch eine eingedrückte, mit schwefelsaurem Wasser angeknetete Thonmasse *gh* in zwei Zellen getheilt. In der einen, mit verdünnter Schwefelsäure gefüllt, stand, an dem Thon liegend, eine Zinkplatte *f*, und in der anderen, die eine Metall-Lösung (z. B. Zinkvitriol-Lösung) enthielt, ein Stück Kupferkies *e*, ebenfalls den Thon berührend. Zinkplatte und Kupferkies waren durch einen Kupferdraht verbunden. So blieb der Apparat drei bis vier Monat unangerührt stehen, nur dafs man ab und zu den Thon, wenn er ganz trocken geworden, durch etwas Wasser befeuchtete. Nach Verlauf dieser Zeit zeigte der Thon beim Auseinanderbrechen ein schiefriges Gefüge, und zwar so, dafs die Blätter oder Spaltbarkeitslinien, wie z. B. *mg*, *kl* rechtwinklich gegen die Richtung des elektrischen Stromes lagen. Wenn statt der Lösung von Zinkvitriol eine von Eisenvitriol oder Kupfervitriol angewandt worden, waren die Zwischenräume der Blätter mit Eisenoxyd oder Kupferoxyd gefüllt, so dafs dann der Thon auf dem Bruch ein buntes Ansehen besafs.

VIII. *Ueber eine Verbindung der wasserfreien Schwefelsäure mit dem Stickstoffoxyde;* *von Heinrich Rose.*

Leitet man durch Chlorcalcium sorgfältig getrocknetes Stickstoffoxydgas auf wasserfreie Schwefelsäure, so wird dasselbe von letzterer absorbirt; die Schwefelsäure verliert ihre Eigenschaft zu rauchen, und es bildet sich eine Verbindung derselben mit Stickstoffoxyd. Da dieselbe fest ist, so verhindert sie, dafs, wenn man eine etwas bedeutende Menge der wasserfreien Schwefelsäure zum Versuche angewandt hat, die unteren Theile derselben mit dem Stickstoffoxyd in Berührung kommen, und sich mit demselben sättigen können. Sucht man durch Umrühren diese Theile mit dem Gase zu verbinden, so kann man wiederum schwer vermeiden, dafs nicht atmosphärische Luft zutritt, durch welche das Stickstoffoxyd in salpetrichte Säure verwandelt wird.

Die erhaltene Verbindung bildet einen weifsen, harten, nicht rauchenden Körper. An der Luft zieht er ziemlich schnell Feuchtigkeit an, und zerfliefst nach und nach zu einer farblosen, nicht rauchenden Flüssigkeit. Wird er in Wasser geworfen, so löst er sich schnell unter gewaltsamer Entwicklung von rothen Dämpfen in demselben auf; die Auflösung enthält Schwefelsäure und Salpetersäure. Bringt man hingegen den Körper beim völligen Ausschlufs der atmosphärischen Luft in einen mit Wasser gefüllten Glascylinder, so entwickelt er mit derselben Heftigkeit eine grofse Menge eines vollkommen farblosen Gases, das augenblicklich rothe Dämpfe bildet, so wie man atmosphärische Luft hinzutreten läfst.

Die durch's Zerfliefsen des Körpers an der Luft gebildete Flüssigkeit verhält sich ähnlich wie der Kör-

Anzahl der Versuche.	Gewicht der angewandten Substanz in Grammen.	Gewicht der erhaltenen schwefelsauren Baryterde in Grammen.	Gewicht der darin enthaltenen Schwefelsäure.
I.	0,3615	0,757	71,98
II.	0,8905	1,786	68,94
III.	1,0475	2,161	70,91
IV.	0,9365	2,086	74,73

Die Abweichungen, welche dadurch entstanden sind, dafs die Substanz bei den verschiedenen Bereitungen nicht immer gleich zusammengesetzt ist, sind zwar bedeutend; man sieht indessen daraus deutlich, dafs der Körper aus einem Atom Schwefelsäure und einem Atom Stickstoffoxyd besteht. Eine nach der Formel $\dddot{S}+\dot{N}$ berechnete Zusammensetzung besteht im Hundert aus:

Schwefelsäure	72,67
Stickstoffoxyd	27,33
	100,00.

Die Substanz verdient vielleicht in sofern Beachtung, als sie das erste Beispiel einer Verbindung ist, in welcher das Stickstoffoxyd, dem man früher, wiewohl mit Unrecht, die Rolle einer Säure, wenn auch einer schwachen, zuschrieb, entschieden als Base auftritt. Das schwefelsaure Stickstoffoxyd ist wie ein neutrales schwefelsaures Salz zusammengesetzt, in welchem die Schwefelsäure drei Mal so viel Sauerstoff als die Base enthält.

Eine analoge Verbindung, in welcher man das Stickstoffoxyd ebenfalls als Base betrachten könnte, ist die salpetrichte Salpetersäure (Untersalpetersäure), von der man gewöhnlich annimmt, dafs sie aus 1 Atom Salpetersäure, verbunden mit 1 At. salpetrichter Säure ($\overset{.....}{\bar{N}}+\overset{...}{\bar{N}}$), bestehe, von welcher man indessen auch die Ansicht aufstellen kann, dafs sie aus Salpetersäure und Stickstoffoxyd zusammengesetzt sey, und zwar in demselben Verhältnisse, wie die neutralen salpetersauren Salze ($\overset{.....}{\bar{N}}+\dot{N}$).

IX.

IX. *Ueber das Verhalten des Quecksilberchlorids zu Eiweifs- und Käsestoff; von Dr. L. Elsner.*

(Auszug aus meiner Inaugural-Dissertation: *de ratione, qua chloretum hydrargyric. cum albumine caseoque connubia ineat.*)

Obgleich den Chemikern längst bekannt war, dafs Lösungen von Quecksilbersublimat in Eiweifs und Milch Niederschläge hervorbringen, welche Eigenschaft auch sehr viele andere Metallsalze theilen, so herrschte dennoch über die chemische Zusammensetzung dieser Niederschläge unter den Chemikern die verschiedenste Ansicht. Man hielt sie gewöhnlich für Verbindungen der respectiven Metallsalze mit Eiweifs oder Käsestoff [1]).

Unter allen diesen Niederschlägen hat der Niederschlag, der durch Quecksilbersublimat in eiweifs- und käsestoffhaltigen Flüssigkeiten entsteht, die Aufmerksamkeit der Chemiker am meisten auf sich gezogen, und gerade über seine chemische Zusammensetzung herrschte die verschiedenste Meinung. — Berzelius und Bostok hielten ihn für eine Verbindung von Quecksilbersublimat mit Eiweifs; Orfila für eine Verbindung von Calomel mit Eiweifs. Ferd. Rose dagegen zeigte durch seine Untersuchungen, der Niederschlag sey eine Verbindung, nur bestehend aus Quecksilberoxyd mit Eiweifs [2]). Auf diese Weise schien die Untersuchung über diesen Gegenstand geschlossen; — allein da trat F. L. Lassaigne mit einer Abhandlung auf in den *Annales de chimie et de physique, T. LXIV*, 1837, *Recherches sur la nature et les propriétés du composé, que*

1) Vergl. hierüber die Untersuchungen Mitscherlich's d. J. Poggendorff' Annalen, Bd. XXXX S. 106 bis 133, und Müller's Archiv für Anatomie, 1836, S. 298.

2) Poggendorff's Annalen, Bd. XXVIII S. 132 seq.

forme l'albumine avec le bichlorure de mercure, in welcher er auf's Neue behauptete, der Niederschlag bestehe aus unzersetztem Quecksilbersublimat mit Eiweifs, wie dasselbe schon 1823 Chautourelle klar ausgesprochen habe.

Um endlich das Schwankende und Unsichere über diesen Gegenstand völlig zu beseitigen, habe ich nachstehende Untersuchungen angestellt.

Bevor ich diese kurz anführe, möge die Bemerkung ihren Platz finden, dafs beide Ansichten, die bis jetzt über die Zusammensetzung des mehr erwähnten Niederschlages unter den Chemikern Geltung hatten, ihren Grund darin haben, dafs die Einen ein Präparat untersuchten, welches noch dem Niederschlag adhärirendes Sublimat enthielt, die Anderen ein völlig ausgesüfstes. Hierin liegt der unbezweifelbare Grund der verschiedenen Ansichten; das Besondere, was hierin liegt, wird dadurch sogleich beseitigt, wenn man bedenkt, dafs das *völlige Aussüfsen* des Niederschlages durch destillirtes Wasser nicht eine Sache vieler Stunden, sondern vieler Tage, ja fast eine wahre Gedulds-Probe für den Chemiker ist. Ich erinnere aber sogleich hiebei, dafs Lassaigne sein Präparat nur zwölf Stunden hindurch aussüfste, und mit diesem so erhaltenen seine Untersuchungen anstellte.

Ferd. Rose hat, wie aus seiner citirten Abhandlung hervorgeht, nur indirect bestimmt und gefunden, dafs der mehr erwähnte Niederschlag eine chemische Verbindung von Quecksilberoxyd mit Eiweifs sey; es war demnach auch noch unmittelbar zu zeigen, dafs das Präparat wirklich diese und keine andere Zusammensetzung habe. Demgemäfs fällte ich eine Eiweifslösung durch eine Quecksilberchlorid-Lösung im Ueberschufs und süfste den weifsen käseartigen Niederschlag so lange mit destillirtem Wasser aus, bis die Aussüfswässer weder durch Hydrothion-Ammoniak noch durch salpetersaures Silberoxyd gefärbt wurden, folglich *frei* waren von Quecksilber und

Chlor. — Hiezu aber war ein fortwährendes Aussüfsen vieler *Tage* nöthig, welches mit Hülfe der Berzelius'schen Waschflasche geschah; — Lassaigne süfste zwölf Stunden aus, und fand, dafs das so erhaltene Präparat sich löste durch Schütteln in Lösungen von Jod-, Brom- und Chlor-Natrium; allein das durch *völliges* Aussüfsen von mir erhaltene Präparat löste sich durchaus *nicht* in den genannten Haloïdsalzen. Hieraus geht schon hervor, dafs L. mit einer anderen Verbindung operirt hat als ich.

Die Eigenschaften des völlig ausgesüfsten Niederschlages waren:

Der feuchte Niederschlag löste sich auf in Aetzammoniak-Flüssigkeit, und die Lösung nahm nach einiger Zeit eine dunkelgraue Farbe an, welche Veränderung früher eintritt bei gelinder Erwärmung.

Aetzkali-Lösung verhält sich eben so, und scheidet sich hiebei nach einiger Zeit deutlich regulinisches Quecksilber aus. Hier mufs ich bemerken, dafs anfangs wirklich der weifse Niederschlag erst eine *gelbe* Farbe annimmt, ehe er in die schwarze übergeht. Ein Umstand, den Orfila übersehen hat, und darauf seine Ansicht gründete, als bestehe der Niederschlag aus Calomel und Eiweis.

Essigsäure löst den Niederschlag leicht auf. Schwefelwasserstoffgas gab anfangs einen gelblichen, später erst schwarz werdenden Niederschlag.

Salzsäure, chemisch rein, spec. Gewicht 1,130, verhielt sich gegen das Präparat eben so.

Das Verhalten der verdünnten Aetzkali-Lösung gegen den Niederschlag, und das Verhalten des Schwefelwasserstoffs in der essigsauren und salzsauren Lösung zeigen unbestreitbar das Vorhandenseyn von Quecksilber*oxyd* in der Verbindung [1]).

1) Vergleiche hierüber: Handbuch der analytischen Chemie, von H. Rose. 1. und 2. Band. 4. Aufl. 1838.

Salpetersäure und Schwefelsäure mit dem Niederschlage in Berührung gebracht, zeigten übrigens ganz dasselbe Verhalten, wie es Berzelius, Thénard und Hatchett schon früher angegeben haben.

Es war nun noch zu untersuchen, ob der völlig ausgesüfste Niederschlag noch Chlor enthalte; — zu diesem Zweck wurde ein Antheil des feuchten Niederschlages in Essigsäure gelöst und mit salpetersaurer Silberoxydlösung versetzt, wodurch aber nicht eine Spur einer Trübung entstand. Ein anderer Antheil des Niederschlags wurde im Platintiegel mit chemisch reinem kohlensaurem Natron und Salpeter verbrannt, die weifse Masse ausgelaugt, mit chemisch reiner Salpetersäure neutralisirt und mit salpetersaurem Silberoxyd geprüft, wobei eine nur sehr schwache Trübung entstand; eben so wurde ein anderer Antheil des Niederschlags in chemisch reiner Salpetersäure gelöst und nach gehöriger Filtration mit salpetersaurem Silber untersucht; auch hiebei entstand eine, aber nur sehr geringe Trübung. Diese Erscheinung hat auch F. Rose beobachtet, und sie mag ihren Grund haben in dem geringen Chlorgehalt des Eiweifses, welcher aber erst dann hervortreten kann, wenn die organische Substanz völlig zerstört worden ist, so dafs wir vielleicht berechtigt sind anzunehmen, es sey diefs Chlor als eine chemische Verbindung mit dem Eiweifs vorhanden, wie etwa Mulder gezeigt hat, dafs es mit dem Phosphor und Schwefel der Fall ist. — Aus den angeführten Thatsachen geht demnach hervor, dafs der völlig ausgesüfste Niederschlag wirklich nur sey: eine Verbindung von Quecksilberoxyd mit Eiweifs, *nicht aber* eine Verbindung von Sublimat mit Eiweifs; denn zu dieser Annahme berechtigen durchaus nicht die Spuren von Chlor, die sich bei genauer Prüfung zu erkennen geben.

Was die quantitative Zusammensetzung der Verbindung anbelangt, so sind hierüber ebenfalls die Angaben verschieden. Orfila giebt an, in 100 Th. seyen enthal-

ten 62,22 Eiweifs, Bostok fand in 100 Th. 88,89 Eiweifs, und Lassaigne giebt an, in 100 Th. gefunden zu haben 93,45 Eiweifs.

Ich habe den im Wasserbade getrockneten Niederschlag in chemisch reiner Salzsäure bei gelinder Digestionswärme gelöst, die Lösung durch einen Strom gereinigten Schwefelwasserstoffgases zersetzt und aus dem erhaltenen, scharf getrockneten Schwefelquecksilber nach mehreren Wägungen den Quecksilbergehalt berechnet; ich fand in 100 Th. des scharf getrockneten Niederschlages, als Mittelzahl zweier Analysen, 10,735 Quecksilberoxyd und 89,265 Eiweifs, — sehr ähnlich wie es Bostok gefunden hat. Um mich gegen den Einwurf zu bewahren, als wäre die Bestimmung des Quecksilbers in diesem Fall als Schwefelquecksilber unsicher, indem Schwefelwasserstoffgas schon Niederschläge hervorbringt in Abkochungen von Fleisch, Fett und anderen thierischen Substanzen, auch ohne Gegenwart metallischer Stoffe, so bemerke ich dagegen, dafs ich, ehe ich diesen Weg der quantitativen Bestimmung einschlug, untersuchte, wie sich ein anhaltender Strom Schwefelwasserstoffgas verhalte gegen eine Lösung von reinem Eiweifs in reiner Salzsäure. Ich fand, dafs, nachdem die Lösung nur durch ganz geringe Digestionswärme stattgefunden hatte, ein anhaltender Strom Schwefelwasserstoffgas auch nicht eine Spur eines Niederschlages hervorbrachte. Erst nachdem ich mich hievon völlig überzeugt hatte, schlug ich den oben angegebenen Weg der quantitativen Bestimmung des Quecksilbers ein. Hiebei mufs ich noch bemerken, dafs Lassaigne den Quecksilbergehalt nicht direct, so wie ich, bestimmt hat, sondern denselben berechnet aus dem Chlorgehalt, den er in seinem Niederschlage gefunden hatte; wie höchst unsicher aber diese Bestimmungsmethode seyn mufs, geht aus dem oben von mir Gesagten hervor.

Ich bemerke noch, dafs Geoghegan [1]) durch bloſses Zusammenreiben von Quecksilberoxyd mit Eiweifs dieselbe Verbindung dargestellt hat. Eben so fand derselbe, dafs auch chlorfreie Quecksilber-Sauerstoffsalze dieselben Niederschläge in eiweifshaltigen Flüssigkeiten erzeugen, als Sublimatlösung, dafs z. B. der Niederschlag, den salpetersaure Quecksilberoxydul-Lösung in Eiweifslösung hervorbringt, eine Verbindung sey von Quecksilberoxydul mit Eiweifs. Die grofse Aehnlichkeit zwischen Eiweifsstoff und Käsestoff liefs schon vermuthen, dafs auch derjenige Niederschlag (nach völliger Aussüfsung), der durch Quecksilberchlorid in Milch entsteht, dieselbe chemische Zusammensetzung haben würde, als der aus eiweifshaltigen Flüssigkeiten erhaltene. Die von mir mit einem solchen völlig ausgesüfsten Niederschlage angestellte Analyse ergab das Resultat, dafs er bestehe in 100 Th. aus 11,18 Quecksilberoxyd und 88,82 Käsestoff, auffallend ähnlich der Zusammensetzung der Verbindung aus Quecksilberoxyd und Eiweifs.

Lassaigne giebt eben so an, dafs Quecksilbersublimat sich ohne Veränderung mit Faserstoff verbinde, welche Angabe aber ebenfalls durch die Untersuchungen von Mulder eine wesentliche Abänderung erleidet [2]).

Als Endresultat seiner Untersuchungen giebt Lassaigne an:

»Eiweifs und Faserstoff verbinden sich, wenn sie mit Quecksilberchlorid-Lösungen versetzt werden, ohne alle Veränderung mit dem Quecksilbersublimat, ganz gegen die Ansicht mehrerer Schriftsteller etc. etc.«

Diese Ansicht erleidet aber nach meinen und den Mulder'schen Untersuchungen wesentliche Abänderungen, und mufs dahin berichtigt werden, dafs, wenn auch die Niederschläge *vor* ihrer völligen Aussüfsung mit destil-

1) Annalen der Pharmacie, Bd. XXIV S. 36 bis 40.

2) Ueber Faserstoff, Eiweifsstoff und Blut; von Mulder. Pogg. Ann. Bd. XXXX S. 253 und Pharm. Centralblatt, 1838, S. 515 seq.

lirtem Wasser noch unzersetztes Quecksilberchlorid enthalten, dieses letztere jedoch keinesweges eine chemische Verbindung mit den oben genannten Substanzen eingeht, sondern durch völliges Aussüfsen gänzlich entfernt werden kann, so zwar, dafs der *gänzlich* ausgesüfste Niederschlag nur anzusehen ist als eine bestimmte chemische Verbindung von Eiweifs-, Käse- oder Faserstoff mit Quecksilberoxyd, und somit wäre das Unsichere in der Ansicht über die Zusammensetzung dieser Niederschläge als völlig beseitigt anzusehen und für immer sicher festgestellt. — Die Farbenveränderung, welche der schneeweifse Niederschlag, sowohl erhalten aus eiweifshaltigen oder käsestoffhaltigen Flüssigkeiten durch Quecksilberchlorid-Lösung, erleidet, wenn er mit einer Lösung von Jod-Natrium betröpfelt wird, zeigt recht deutlich, dafs im Beginn des Aussüfsens der Niederschlag noch Sublimat enthält, der aber immer mehr und mehr entfernt wird durch fortgesetztes Aussüfsen, und zuletzt gar nicht mehr in der Verbindung vorhanden ist. Anfangs wird nämlich die weifse Farbe des Niederschlags beim Betröpfeln mit Jod-Natrium-Lösung sogleich schön orange gefärbt; — wird nach einigen, etwa 12 Stunden, so wie ich es gethan habe, der Versuch auf's Neue wiederholt, so ist die Farbe nicht mehr so intensiv, aber doch noch deutlich *gelb;* zuletzt wird die Farbe des Niederschlags durch dieses Verfahren durchaus nicht mehr verändert, sondern bleibt schön weifs. Die hiebei stattfindende Bildung von Quecksilberjodid ist aber der unzweideutigste Beweis von der im Anfange noch vorhandenen Gegenwart von Quecksilberchlorid, welches aber im Verlauf des Aussüfsens immer mehr und mehr, und zuletzt gänzlich aus der Verbindung entfernt wird, welches freilich, wie oben schon bemerkt, ein nicht Stunden, sondern Tage langes, fortwährendes Auswaschen erforderlich macht.

X. *Chemische Notizen; von F. F. Runge.*

I. Anwendung des Marmors bei Analysen.

Gay-Lussac hat sich des Marmors bedient, um die Stärke der Chlorwasserstoffsäure und der Salpetersäure zu bestimmen. Da man ihn hierbei in *Stücken*, ohne alle Wärme, anwenden kann, so ist diese Verfahrungsart sehr practisch. Sie erhält aber noch einen gröfseren Werth durch die Ausdehnung, welche man ihr geben kann. Löst man nämlich in einer bestimmten Menge Säure, deren marmorauflösende Kraft man kennt, eine bestimmte Menge kohlensaures Kali auf, so wird sich nun natürlich *weniger* Marmor auflösen, als in der unvermischten Säure, und dieses Weniger ist der Maafsstab für den Kaligehalt des Salzes. Dasselbe ist mit Natron, Ammoniak, Kalk und Baryt der Fall. Auch alle diejenigen Metalle, deren chlor- und salpetersaure Verbindungen nicht durch Marmor in der Kälte zerlegt werden, z. B. Chlorzink, Chlorkadmium, Anderthalb-Chlorchrom, Chlormangan etc., so wie salpetersaures Bleioxyd, gestatten dieselbe Bestimmungsweise. Sie ist darum besonders zu empfehlen, weil man die kohlensauren Verbindungen von Kalk, Baryt, Zink, Kadmium u. s. w., nachdem sie gut ausgewaschen worden, noch nafs, zugleich mit dem Filter, in die Probesäure legen kann. Man bringt das genau gewogene Stück, Marmor erst dann hinein, wenn sich der zu untersuchende Niederschlag vollkommen aufgelöst hat, und nimmt es erst dann wieder heraus, wenn alle Einwirkung auf dasselbe aufgehört hat, wobei gegen das Ende die Anwendung einer schwachen Wärme meistens zulässig ist. Nach dem Weniger des Gewichtsverlustes, welchen der Marmor erlitten, berechnet man nun die Menge Oxyd oder Me-

tall, die in dem von der Probesäure aufgelösten Niederschlag enthalten ist. Reines Zink kann die Stelle des Marmors in den Fällen, wo schwer auflösliche Kalksalze entstehen würden, ersetzen; so findet es zur Bestimmung der wäſsrigen Schwefelsäure und des Säureüberschusses der sauren schwefelsauren Salze seine Anwendung. Aber man kann hier mittelst Chlorbarium die Schwefelsäure gegen Chlorwasserstoffsäure austauschen und nun gleichfalls den Marmor gebrauchen. Da der Marmor in Essigsäure zu einem gröblichen Pulver zerfällt, so kann ihre Stärke nicht durch Marmor bestimmt und sie selbst nicht als Probesäure angewendet werden, wohl aber Salpetersäure, und zwar diese namentlich in den Fällen, wo das Oxyd nur schwierig in Chlorwasserstoffsäure auflöslich ist, z. B. Bleioxyd.

II. Chlorkalkprobe.

Das von Fuchs angegebene Verhalten des Kupfers zum, in Chlorwasserstoffsäure aufgelösten, Anderthalb-Chloreisen läſst sich sehr gut zu einer Chlorkalkprobe benutzen. Man übergieſst eine genau gewogene Menge Chlorkalk mit etwas Wasser, und fügt nun eine Auflösung von frisch bereitetem Einfach-Chloreisen im Ueberschuſs hinzu. Es wird hierbei kein Chlor entwickelt, sondern eine dem Chlorgehalt entsprechende Menge Eisenoxyd gebildet. Jetzt setzt man Chlorwasserstoffsäure im Ueberschuſs hinzu, thut ein gewogenes Stück Kupfer hinein und kocht so lange, bis die dunkle Farbe der Flüssigkeit sich in die blaſs gelblichgrüne verwandelt hat, und sich nicht mehr ändert. Nun wird das Kupfer abgewaschen, getrocknet und gewogen, und nach dem Gewichtsverlust der Chlorgehalt berechnet, in dem 64 Kupfer 35,4 Chlor anzeigen. In 1 bis 2 Stunden ist ein solcher Versuch beendet, den man am besten in einer kleinen Retorte vornimmt, die mit aufrechtstehendem Halse im Sandbade erhitzt wird.

III. Quantitative Bestimmung des Kupfers.

Da, in Chlorwasserstoffsäure aufgelöstes, Einfach-Chlorkupfer sich durch Kochen mit Kupfer in Halb-Chlorkupfer verwandelt, und sich dabei eben so viel Kupfer auflöst, als in der angewendeten Menge Einfach-Chlorkupfer enthalten ist, so läfst sich diefs bei quantitativen Analysen zur Bestimmung des Kupfers benutzen. Es wird demnach das, nach bekannten Methoden abgeschiedene Kupferoxydhydrat in überflüssiger Chlorwasserstoffsäure aufgelöst und mit einer gewogenen Menge Kupfers so lange gekocht, bis die braune Farbe der Flüssigkeit in die hellgelbe übergegangen und sich nicht mehr ändert. Der Gewichtsverlust, den das Kupfer hierbei erleidet, zeigt nun genau die Menge Kupfer an, welche in der untersuchten Menge Oxyd enthalten ist. Man kann auch Kupfersalze (salpetersaures Kupferoxyd ausgenommen) auf diese Weise untersuchen. So habe ich schwefelsaures Kupferoxyd in Chlorwasserstoffsäure aufgelöst und mit Kupfer gekocht, und der Gewichtsverlust des Kupfers betrug genau so viel, als nach den bekannten Analysen Kupfer im Kupfervitriol enthalten ist. Da, wie oben angegeben, Anderthalb-Chloreisen sich dem Einfach-Chlorkupfer gleich verhält, so ist darauf zu sehen, dafs das zu untersuchende Kupferoxyd kein Eisenoxyd enthalte. Eben so darf kein Manganoxyd gegenwärtig seyn, dessen Einflufs jedoch dadurch, dafs man die Auflösung in Chlorwasserstoff vorher so lange kocht, als sich noch Chlor entwickelt, zu beseitigen ist. Uebrigens ist die Gegenwart aller Alkalien und Erdarten und vieler Metalloxyde, wie sich von selbst versteht, ohne alle störende Wirkung. Auch bei diesem Versuch kommt es auf Abhaltung der Luft an, daher er ebenfalls in einer langhalsigen Retorte angestellt werden mufs.

XI. *Ueber die Zusammensetzung der schwarzen Substanz, welche durch Einwirkung von Schwefelsäure auf Alkohol entsteht; von L. Lose.*

Erhitzt man ein Gemenge von 4 Theilen concentrirter Schwefelsäure und 1 Theil Alkohol auf 150° bis 160° C., so bildet sich bekanntlich unter mehreren anderen Producten auch eine schwarze kohlenähnliche Masse. So vielfach nun auch die übrigen gleichzeitig bei dieser Einwirkung sich bildenden Producte die Aufmerksamkeit der Chemiker beschäftigt haben, und so gut dieselben meistens gekannt sind, so ist dabei doch dieser Körper sehr wenig beachtet worden. Man begnügte sich ihn schlechthin für Kohle zu nehmen, bis erst in neuester Zeit Hr. Professor Erdmann [1]) eine Analyse desselben bekannt machte.

Beschäftigt im Laboratorio des Hrn. Prof. Magnus mit der Darstellung von isäthionsauren Salzen, wandte ich, nachdem derselbe gefunden hatte, dafs die Isäthionsäure auch durch Einwirkung von wasserhaltiger Schwefelsäure auf Alkohol entsteht, mehrfach dieses Verfahren zu ihrer Darstellung an. Ich erhielt dabei als Nebenproduct eine reichliche Menge dieser schwarzen Substanz, und glaubte die Gelegenheit nicht vorübergehen lassen zu dürfen, dieselbe einer Prüfung zu unterwerfen, welche Hr. Prof. Magnus mir in seinem Laboratorio auszuführen gütigst gestattete. Die Zusammensetzung, welche Hr. Prof. Erdmann für diesen Körper gefunden hatte, ist andererseits eine so unerwartete, dafs mir eine Bestätigung derselben nicht ohne Interesse zu seyn schien. Eine solche haben meine Versuche nun auch

1) Erdmann's Journal, Bd. XV. S. 14.

wenigstens in Betreff des Verhaltens und der qualitativen Zusammensetzung geliefert; die erhaltenen Zahlenwerthe aber weichen von denen des Hrn. Prof. Erdmann beträchtlich ab. Ich würde es nicht wagen die meinigen, wiewohl sie durch wiederholte Versuche sich bestätigten, für die richtigeren zu halten, wenn ich nicht zugleich glauben dürfte, den Grund für die Verschiedenheit unserer Resultate nachweisen zu können.

Für die Darstellung der Substanz verfuhr ich auf die Weise, dafs die Dämpfe von, in einem Kolben befindlichen wasserfreiem Alkohol, vermittelst einer zweischenkligen Glasröhre in englische Schwefelsäure, die ein spec. Gewicht von 1,84 hatte, geleitet wurden. Die Säure befand sich in einer tubulirten Retorte und füllte dieselbe etwa nur zur Hälfte an. Diefs ist nöthig, weil die sich ausscheidende schwarze Substanz den Inhalt der Retorte allmälig verdickt und dann ein häufiges Aufspritzen herbeiführt. Ehe mit dem Einleiten des Alkoholdampfs begonnen wurde, erhitzte ich die Säure bis etwa 150° C. Läfst man dann den Dampf hinzutreten und erhält die Temperatur auf 160° C., so entwickeln sich die bekannten Producte: ölbildendes Gas, schweflige Säure, Kohlensäure, Weinöl und Wasser, welche entweichen, Isäthionsäure hingegen nebst der schwarzen Substanz bleiben in der noch übrigen unveränderten Schwefelsäure zurück. Sobald die Entwicklung der gasförmigen Producte beginnt, fängt die Säure an sich zu bräunen, und es bildet sich dann nach und nach eine so grofse Menge der schwarzen Substanz, dafs die Alkoholdämpfe nur schwierig durch die dick werdende Masse hindurchtreten können, und die Berührung mit der Schwefelsäure nicht vollständig genug mehr ist, um den Alkohol ganz zu zersetzen, so dafs viel unveränderter Alkohol entweicht, und deshalb die Operation beendet werden mufs. Aether bildet sich hierbei nicht.

Da Hr. Prof. Erdmann bei seiner Untersuchung

dieses Körpers einen so bedeutenden Rückstand (17,3 Proc.) beim Verbrennen erhalten hat, der nach seiner Meinung aus den Salzen, welche die englische Schwefelsäure gewöhnlich enthält, bestand, so nahm ich, um diese Verunreinigung zu vermeiden, zur Darstellung reine destillirte Schwefelsäure. Der Inhalt der Retorte wurde dann nach beendigter Operation zur Fortschaffung von Schwefel- und Isäthionsäure mit destillirtem Wasser übergossen, und die nun in der sauren Flüssigkeit suspendirte schwarze Masse auf einem Filter so lange mit heifsem destillirten Wasser ausgewaschen, als in dem Abwaschwasser noch durch zugesetztes Chlorbarium eine Trübung entstand. Zur gänzlichen Befreiung von Schwefelsäure auf diese Weise ist ein, mehrere Tage hindurch anhaltendes Auswaschen erforderlich; die Masse schwillt dabei bedeutend auf, und die durchlaufende Flüssigkeit färbt sich, nachdem der gröfste Theil der Säure entfernt ist, braun, was von einer äufserst geringen Menge durch das Filter gedrungener schwarzer Substanz herrührt. Wird dieselbe dann auf dem Filter in gelinder Wärme getrocknet, so bildet sie eine leichte compacte Masse von rein schwarzer Farbe, die auf dem Bruche glänzend ist.

Die so erhaltene Substanz konnte in Folge ihrer Darstellung keine feuerbeständigen schwefelsauren Salze enthalten, dessen ungeachtet war es mir nicht möglich dieselbe durch blofsen Zutritt der Luft zu verbrennen, selbst nicht durch ein mehrere Stunden hindurch unterhaltenes Glühen im Platintiegel über der Spirituslampe. Es gelang mir indefs, als ich dieselbe im feingeriebenen Zustande mit Salpetersäure benetzte und im Platintiegel erhitzte. Wurde das Benetzen mehrere Male wiederholt, so verbrannte die Masse vollständig und hinterliefs durchaus keinen Rückstand. Sie konnte folglich als rein betrachtet werden.

Gegen die meisten Reagentien verhält sie sich völlig indifferent. Mit kohlensauren und ätzenden Alkalien

im aufgelösten Zustande kann man sie kochen, ohne daſs sie sich verändert; eben so verhält sie sich gegen Säuren. Mit Salpetersäure jedoch anhaltend gekocht, wird sie vollständig zersetzt. Erhitzt man sie mit trocknem ätzendem Kali, so bläht sich die Masse anfangs unter Entwicklung eines brennbaren Gases stark auf, und bei langsam gesteigerter Wärme bis zum Schmelzen bleibt zuletzt eine weiſse Salzmasse zurück, welche schwefelsaures Kali und Schwefelkalium enthält. Die Menge des letzteren ist jedoch um so geringer, je langsamer das Erhitzen betrieben wird. Aus diesem Grunde gaben auch Versuche, welche ich anstellte, um die Menge der Schwefelsäure zu bestimmen, die sich beim Schmelzen mit Kali bildet, so abweichende Resultate, daſs ich sie hier nicht weiter anführe. Für sich in einer Glasröhre erhitzt, entwickelt dieser Körper schweflige Säure, Schwefelwasserstoff und Wasser, und es scheidet sich Schwefel ab.

Um die Quantität des Schwefels oder der Schwefelsäure, welche die Substanz enthält, zu bestimmen, versuchte ich dieselbe mit einem Gemenge von chlorsaurem Kali und kohlensaurem Natron zu verbrennen; die Einwirkung war jedoch so heftig, daſs jedesmal eine nicht unbeträchtliche Menge aus dem Tiegel geworfen wurde. Besser gelang die Anwendung von Salpeter und einem Zusatz des vierfachen Gewichtes von Kochsalz; die Verbrennung war ruhig und ohne Verlust.

Bei vier verschiedenen Versuchen erhielt ich:

I. 0,849 Grm. Substanz gab. 0,384 Grm. schwefelsauren Baryt = 6,124 Proc. Schwefel

II. 0,665 - - - 0,300 Grm. schwefelsauren Baryt = 6,165 Proc. Schwefel

III. 0,704 - - - 0,319 Grm. schwefelsauren Baryt = 6,107 Proc. Schwefel

IV. 0,553 - - - 0,272 Grm. schwefelsauren Baryt = 6,507 Proc. Schwefel.

Also im Mittel = 6,226 Proc. Schwefel.

Zur Bestimmung des Kohlenstoff- und Wasserstoffgehalts wurde die Substanz mit Kupferoxyd verbrannt und jedesmal am Schlusse der Operation Sauerstoff übergeleitet. Zwischen dem Chlorcalciumrohr und dem Kaliapparate war in dem Versuche I ein Rohr mit Bleisuperoxyd angebracht, um die etwa sich entwickelnde schweflige Säure aufzunehmen. Da dasselbe jedoch unverändert blieb, so wurde bei den übrigen Verbrennungen das Rohr nicht ferner eingeschaltet. Bei allen diesen Versuchen war die Substanz vorher unter der Luftpumpe über Schwefelsäure getrocknet.

I.	0,558 Grm.	Subst.	gab.	0,199	Grm.	Wasser	=	3,942	Proc.	Wasserst.
				1,252	-	Kohlens.	=	62,007	-	Kohlenst.
II.	0,663	-	-	0,248	-	Wasser	=	4,072	-	Wasserst.
				1,455	-	Kohlens.	=	61,689	-	Kohlenst.
III.	0,554	-	-	0,192	-	Wasser	=	3,790	-	Wasserst.
				1,263	-	Kohlens.	=	62,996	-	Kohlenst.
IV.	0,564	-	-	0,218	-	Wasser	=	4,255	-	Wasserst.
				1,314	-	Kohlens.	=	64,361	-	Kohlenst.

Das Mittel aus diesen vier Analysen ist:

4,014 Proc. Wasserstoff
62,763 - Kohlenstoff

Die procentische Zusammensetzung dieses Körpers ist demnach, da derselbe keine fixen Bestandtheile enthält, und folglich das Fehlende für Sauerstoff genommen werden mufs:

Kohlenstoff	62,763
Wasserstoff	4,014
Sauerstoff	26,997
Schwefel	6,226
	100,000.

Diefs stimmt am besten mit der Formel:

$$S + 9O + 21H + 27C.$$

Denn hiernach berechnet erhält man:

$$27C = 62{,}617$$
$$21H = 3{,}975$$
$$9O = 27{,}305$$
$$1S = 6{,}103$$
$$100{,}000.$$

Betrachtet man nun den Schwefel als Schwefelsäure darin enthalten, wie aus dem Verhalten gegen Aetzkali in erhöhter Temperatur wohl zu schliefsen seyn dürfte, so erhält man folgende Formel:

$$27C + 21H + 6O + \dddot{S} \text{ oder: } 9(3C + H) + 6\dot{H} + \dddot{S}.$$

Die Formel nun, welche Hr. Prof. Erdmann aus seiner Analyse ableitet, ist:

$$50C + 45H + 4O + \dddot{S};$$

denn er erhielt:

Kohlenstoff	75,500
Wasserstoff	5,700
Sauerstoff	15,169
Schwefel	3,631
	100,000.

Vergleicht man diese Zahlenwerthe mit den von mir gefundenen, so ist man erstaunt über die aufserordentliche Abweichung, und man könnte vermuthen, dafs wir zwei ganz verschiedene Substanzen analysirt hätten. Bei näherer Betrachtung jedoch findet man leicht den Grund unserer Nichtübereinstimmung. Wie ich nämlich schon oben angegeben, ist dieser Körper sehr schwer verbrennlich, und die anfangs rein schwarze Farbe desselben verändert sich nach längerem Erhitzen in eine graue, welche man allerdings für Asche halten kann. Diefs scheint auch von Hrn. Prof. Erdmann geschehen zu seyn, und auf dieser Annahme beruht sowohl die angeführte kleinere Menge des Schwefels als auch die gröfsere von Kohlenstoff und Wasserstoff, indem bei jeder Analyse 17,3 Proc. schwefelsaure Salze in Abzug gebracht wurden.

Be-

Berechnet man aber aus der von Hrn. Erdmann selbst in Anwendung genommenen Menge der Substanz =0,525 Grm., und den daraus erhaltenen Quantitäten von Wasser =0,223 Grm. und Kohlensäure =1,187 Grm. den procentischen Kohlenstoff- und Wasserstoffgehalt, ohne jene Correction für die 17,3 Proc. Asche anzubringen, indem man sie als rein annimmt, und verfährt eben so mit der gefundenen Menge des Schwefels, so erhält man in der That Zahlen, welche mit den meinigen vollkommen genug übereinstimmen.

Des Vergleichs wegen stelle ich dieselben mit den von mir gefundenen hier zusammen:

	Hr. Prof. Erdmann erhielt:	Ich habe erhalten:
Kohlenstoff	62,476	62,763
Wasserstoff	4,571	4,014
Sauerstoff	26,209	26,997
Schwefel	6,744	6,226
	100,000	100,000.

Wie man sieht, ist die Uebereinstimmung in diesen Zahlen so grofs, dafs ich keinen Anstand nehme, die Vermuthung auszusprechen, die von Hrn. Professor Erdmann zur Analyse verwandte Substanz sey ebenfalls frei von fixen Bestandtheilen gewesen.

XII. *Ueber das Sehen mit zwei Augen und das Stereoskop; von Hrn. Wheatstone.*

(*Bibl. univers. N. S. T. XVII p.* 174.)

Der Apparat, den Hr. Wheatstone Stereoskop genannt und der Versammlung britischer Naturforscher zu Newcastle vorgezeigt hat, besitzt die Eigenschaft, den Anblick eines Körpers mittelst zweier ebenen Bilder zu gewähren. Er beruht auf Grundsätzen, durch die der

Verfasser erklärt, welche Umstände uns in den Stand setzen, einen körperlichen Gegenstand von seiner Abbildung auf einer Ebene zu unterscheiden. Wenn ein Körper, z. B. ein Würfel, in geringer Entfernung von beiden Augen aufgestellt wird, so macht die Projection dieses Würfels auf die Netzhaut beider Augen zwei Bilder, die von einander verschieden sind, zuweilen in dem Grade, dafs selbst ein Künstler Mühe haben würde zu erkennen, dafs sie von einem und demselben Gegenstand herrühren. Ungeachtet dieser Verschiedenheit zwischen den beiden Bildern, welche der Gegenstand auf der Netzhaut der beiden Augen des Beobachters hervorbringt, sieht dieser sie einfach. Daraus folgt offenbar, dafs der Eindruck, den der Anblick eines körperlichen Gegenstandes macht, von der gleichzeitigen Wahrnehmung der in beiden Augen entstandenen Bilder herrührt. Der Verfasser zeigt, dafs wenn man einen körperlichen Gegenstand zeichnet, zuerst, wie er sich im rechten Auge abmalt, dann, wie es im linken Auge geschieht, und nun das eine dieser Bilder vor das eine Auge, und das zweite vor das andere Auge hält, so, dafs die Netzhäute auf dieselbe Weise und an denselben Punkten afficirt werden, wie es von den Projectionen des Körpers geschehen würde, die Seele die Wahrnehmung einer Reliefform erhält. Die Täuschung ist so vollständig, dafs keine Macht der Einbildung den Beobachter zu der Ueberzeugung führen kann, er habe eine auf einer Ebene gemachte Zeichnung vor beiden Augen.

Unter den verschiedenen Anstellungsweisen dieses Versuchs giebt Hr. W. der folgenden den Vorzug. Man stelle vor den Augen zwei senkrechte, gegen einander rechtwinklich geneigte Spiegel auf, so dafs die Kante beider sich genau zwischen den beiden Augen befinde, deren optischen Axen gegen einen jenseits gelegenen Punkt convergiren. Die Abbildungen der Projectionen des körperlichen Gegenstandes befinden sich, das eine

rechts, das andere links vom Beobachter, so daſs ihre durch Reflexion an beiden Spiegeln erzeugten Bilder genau auf den Convergenzpunkt der beiden optischen Axen fallen. Offenbar sind dann die auf der Netzhaut erzeugten Bilder die nämlichen, wie wenn sie wirklich von einem in diesen Convergenzpunkt gestellten Körper herkämen. Der Versuch hat gezeigt, daſs man auf diese Weise geometrische Gestalten, wie Krystalle, Blumen, Büsten u. s. w. mit eben so vollkommener Genauigkeit darstellen kann, wie wenn diese Gegenstände selber vor den Augen des Beobachters befindlich wären.

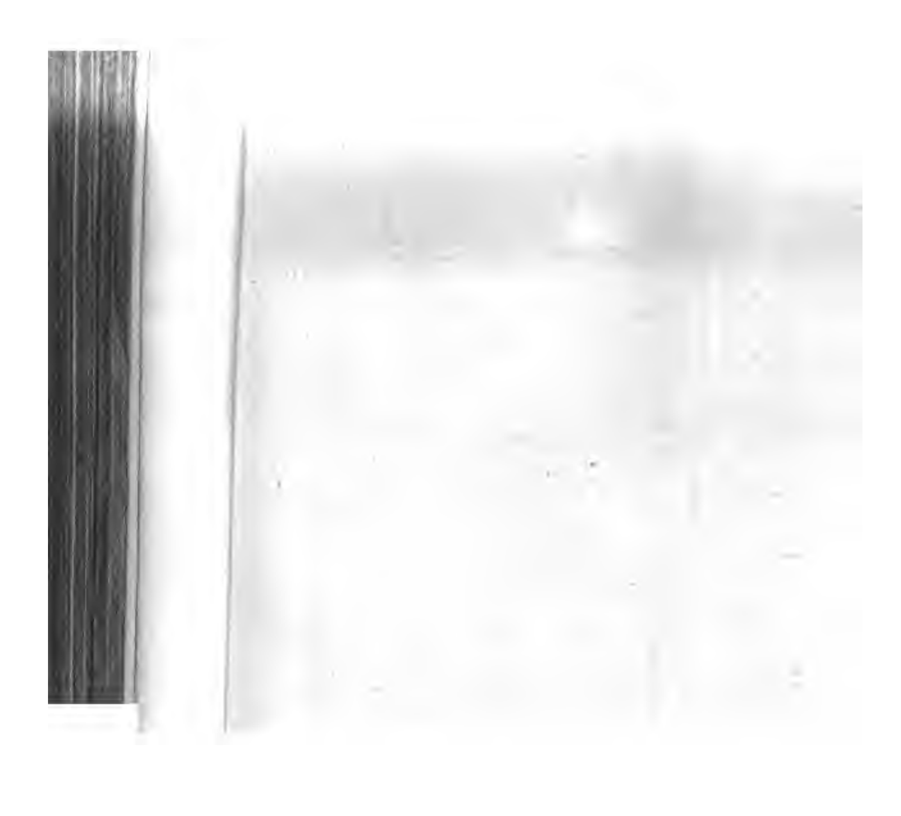
Fig. 4 Taf. III giebt eine Idee vom Stereoskop; *mn* und *m'n'* sind die beiden Spiegel, *o* und *o'* die beiden Augen, deren optische Axen *oc*, *o'c* in *c* convergiren, *p* und *p'* die beiden Abbildungen eines körperlichen Gegenstandes, deren reflectirte Bilder in *c* befindlich sind [1]).

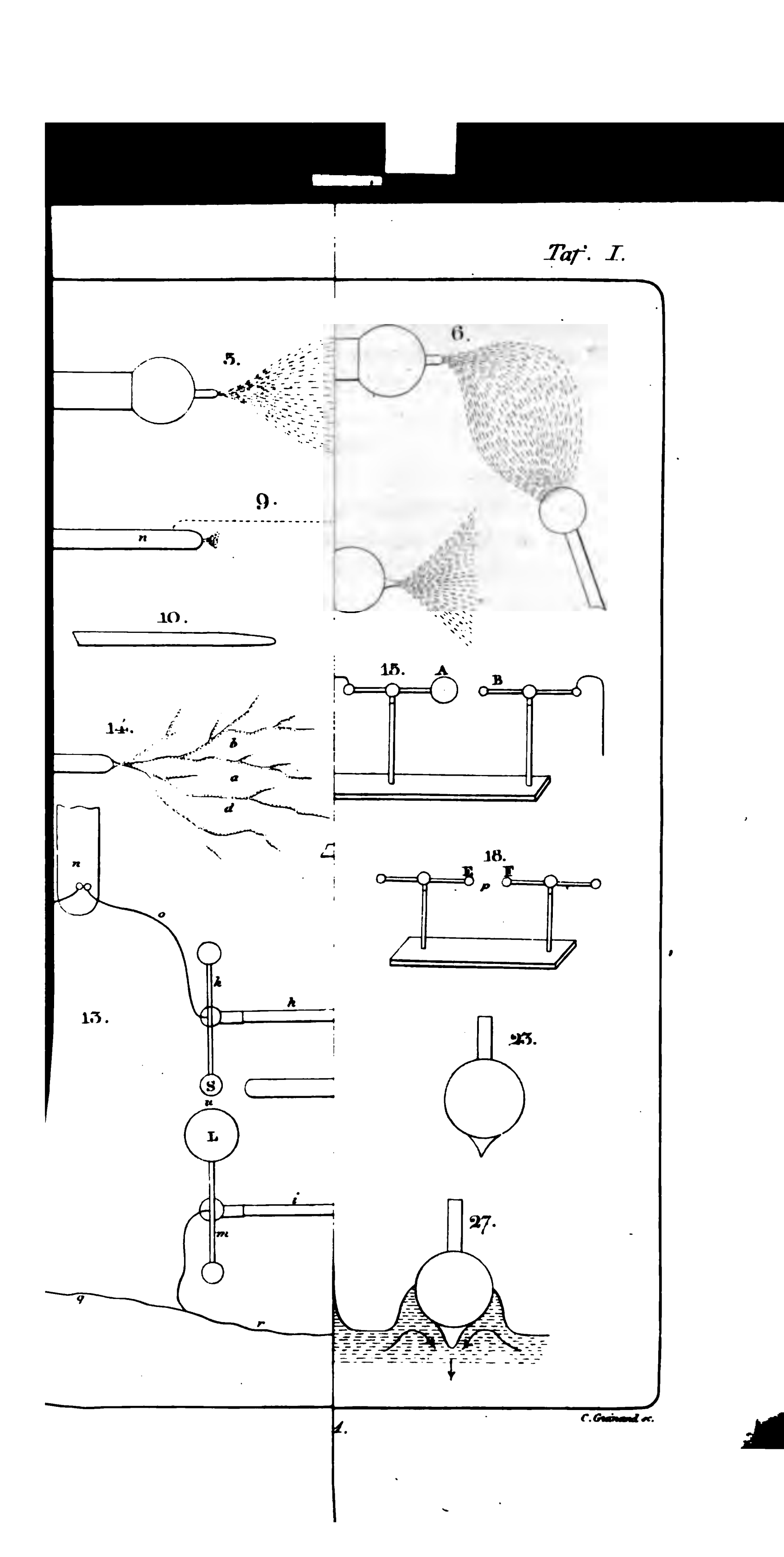
XIII. *Berichtigung zu meinem Aufsatze über die Constitution der Zuckersäure; von H. Heſs.*

Ich habe im 46sten Bande dieser Annalen einige Versuche über die Constitution der Zuckersäure mitgetheilt, die dem Leser dieser Annalen wahrscheinlich noch gegenwärtig seyn werden. Sie sind für Hrn. Liebig, dessen Ansichten sie nicht unterstützen, der Gegenstand einer Kritik geworden, welche man in den Annalen der Pharmacie, Bd. XXX S. 313, abgedruckt findet.

Ich habe diese Kritik mit Ruhe und Aufmerksamkeit gelesen, und finde, daſs man mir darin nur folgenden wesentlichen Vorwurf macht: »Um Thaulow's Salz, $C^{12}H^{10}O^{11}+5\dot{P}b$, zu erhalten, muſs man zuckersau-

1) In einem der nächsten Hefte werden diese Untersuchungen ausführlich mitgetheilt werden. *P.*





Taf. I.
5.
6.
9.
n
10.
14.
b
a
d
15.
A
B
18.
E
F
p
13.
n
o
k
h
S
u
L
i
m
q
r
23.
27.
C. Grainand sc.



